



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Manufactura celular para incrementar la capacidad disponible en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

LLancay Loayza, Luis Carlin (ORCID: 0000-0002-7074-8810)

**ASESOR:**

Dr. Panta Salazar, Javier Francisco (ORCID: 0000-0002-1356-4708)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a mi madre que siempre me apoyó y me enseñó con el ejemplo que todos los objetivos en la vida que uno inicia deben terminarse, y a mis hermanos que siempre me demostraron su apoyo.

## **Agradecimiento**

Agradezco a la universidad César Vallejo por haberme brindado la oportunidad de estudiar con destacados docentes de la facultad de ingeniería industrial. De lo aprendido es mi responsabilidad desarrollar aún más mi carrera.

## Índice de contenidos

<b>Cárátula</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>vii</b>
<b>Índice de Gráficos y Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen</b>	<b>x</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Teorías relacionadas al tema</b>	<b>11</b>
2.1.1. Capacidad	11
2.1.2. Tipos de capacidad de producción	11
2.1.3. Utilización de la capacidad	12
2.1.4. Eficiencia de la producción	13
2.1.5. Lean Manufacturing	13
2.1.6. Manufactura celular	14
2.1.7. Ventajas de la manufactura celular	15
2.1.8. Pre requisitos de la distribución por célula	16
2.1.9. Metodología para el diseño de células	16
<b>2.2 Formulación del problema.</b>	<b>24</b>
2.2.1 Problema general	24
2.2.2 Problemas específicos	24
<b>2.3 Justificación del estudio</b>	<b>24</b>
2.3.1 Justificación económica.	25
2.3.2 Justificación social.	25
2.3.3 Justificación tecnológica.	25
2.4.2. Hipótesis específicas:	26
<b>2.5 Objetivos.</b>	<b>26</b>
2.5.1 Objetivo general	26
2.5.2 Objetivos específicos:	26

<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>27</b>
<b>3.1. Tipo y Diseño de investigación.</b>	<b>28</b>
3.1.1. Por el alcance o nivel de la investigación.	28
3.1.2. Por la finalidad de la investigación	28
3.1.3. De acuerdo al enfoque o naturaleza de la investigación	28
3.1.4. Diseño de la investigación.	29
3.1.5. de acuerdo al tipo de diseño de la investigación o grado de control de las variables.	29
<b>3.2. Variables y Operacionalización</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1. Operacionalización de variables</b>	<b>33</b>
<b>3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo, unidad de análisis</b>	<b>35</b>
3.3.1. Población	35
3.3.2.-Muestra	35
3.3.3.-Muestreo	35
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>36</b>
3.4.1. Técnica	36
3.4.2. Instrumento	36
<b>3.5. Procedimientos</b>	<b>37</b>
<b>3.6. Métodos de análisis de datos</b>	<b>37</b>
<b>3.7. Aspectos éticos</b>	<b>38</b>
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>39</b>
<b>4.1. Situación actual de la empresa</b>	<b>40</b>
4.1.1. Generalidades de la empresa.	40
4.1.2. Evaluación del antes del proceso de confección de pantalones	40
4.1.3. Descripción del proceso de la confección del pantalón clásico	41
<b>4.2. Plan de propuesta de implementación de manufactura celular.</b>	<b>45</b>
4.2.1 Fase 1: Preliminar.	45
4.2.2. Fase 2: Ejecución.	46
<b>4.3 Desarrollo.</b>	<b>64</b>

<b>4.4. análisis estadístico-descriptivo</b>	<b>67</b>
<b>4.5. Análisis estadístico – inferencial</b>	<b>68</b>
4.5.1 Análisis de la hipótesis general	68
4.5.2. Análisis de la hipótesis específica 1	70
4.5.3. Análisis de la hipótesis específica 2	72
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>74</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCIAS:</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.Métodos de tecnología de grupos para la formación de familias	15
Tabla 2.componentes de la fórmula del TCP.	28
Tabla 3.Componentes de la fórmula del Tiempo estándar	28
Tabla 4.Componentes de la fórmula de CTT	29
Tabla 5. Componentes de la fórmula de Utilización.	30
Tabla 6 Componentes componentes de la fórmula de eficiencia.	30
Tabla 7.Matriz de Operacionalización de variables.	31
Tabla 8.Resumen de tiempos observados para hallar el tiempo estándar.	41
Tabla 9.Cálculo de tiempo estándar.	42
Tabla 10.Matriz de relación de máquina-producto(paso 1).	43
Tabla 11.Matriz de relación de máquinas-producto(paso 2).	44
Tabla 12.Matriz de relación de máquinas-operación (paso 3)	45
Tabla 13. Matriz de relación de máquina-operación (paso 4).	45
Tabla 14. Matriz de relación de máquinas-producto. (paso 5)	46
Tabla 15.Tabla de cálculo del Takt y TCP para C-F1	48
Tabla 16.Tabla de cálculo del Takt y TCP para C-F2	48
Tabla 17.Tabla de cálculo del Takt y TCP para C-F3.	49
Tabla 18.cálculo de CTT, C1-F1.	50
Tabla 19.cálculo de CTT, C2-F1.	50
Tabla 20.cálculo de CTT, C3-F1.	51
Tabla 21.Equilibrado de la célula C1-F1.	51
Tabla 22.Equilibrado de la célula C2-F1.	52
Tabla 23.Equilibrado de la célula C3-F1.	52
Tabla 24.Hoja de trabajo estándar operario 1, célula de trabajo C1-F1	53
Tabla 25. Hoja de trabajo estándar operario 2, célula de trabajo C1-F1	54
Tabla 26. Hoja de trabajo estándar operario 1, célula de trabajo C2-F1.	54
Tabla 27. Hoja de trabajo estándar operario 2, célula de trabajo C2-F1	55
Tabla 28.Hoja de trabajo estándar operario 1, célula de trabajo C3-F1	55
Tabla 29.Hoja de trabajo estándar operario 2, célula de trabajo C3-F1	56
Tabla 30. Comparación de la Utilización pre / post obtenida	56
Tabla 31. comparación sobre la capacidad diseñada pre / post obtenida.	57

Tabla 32. Comparación sobre la implementación de la manufactura celular pre / post obtenida.	58
Tabla 33. Prueba de normalidad de datos de variable Capacidad disponible.	60
Tabla 34. Estadígrafos a utilizar	60
Tabla 35. Comparación de medias de variable Capacidad disponible pre y post test con T de Student	61
Tabla 36. Prueba de muestras emparejadas de variable capacidad disponible.	61
Tabla 37. Prueba de normalidad de datos de dimensión Utilización.	62
Tabla 38. Comparación de medias de dimensión Utilización pre y post test con T de Student	62
Tabla 39. Prueba de muestras emparejadas de dimensión Utilización	63
Tabla 40. Prueba de normalidad de datos de dimensión eficiencia.	63
Tabla 41. Comparación de medias de dimensión eficiencia pre y post test con T de Student	64
Tabla 42. Prueba de muestras emparejadas de dimensión eficiencia.	64
Tabla 43. causas para la elaboración del diagrama de Pareto.	78
Tabla 44. causas por dimensión 6M, para el diagrama de Pareto	79
Tabla 45. Diagrama de análisis de operaciones (DAP)	84
Tabla 46. Formado Toma de tiempo observados.	86
Tabla 47. Formato de recepción y entrega por jornada de trabajo ( junio, julio y agosto)	87
Tabla 48. Formato de recepción y entrega por jornada de trabajo (septiembre y octubre)	88
Tabla 49. Formato resumen para cálculo de capacidad post.	89
Tabla 50. Formato resumen para el cálculo de capacidad pre.	90

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Diagrama de Ishikawa.	4
Figura 2. Equilibrado de operarios en una célula de manufactura.	19
Figura 3. Layout propuesto para la conformación de 3 células en U.	47
Figura 4. Resultado de la utilización real pre / post obtenida.	57
Figura 5. Resultado de la capacidad diseñada pre / post obtenida.	58
Figura 6. Resultado de la capacidad disponible pre / post obtenida.	59
Figura 7. Diagrama de Pareto por causas del problema.	78
Figura 8. diagrama de Pareto por dimensión	79
Figura 9. Organigrama de la empresa	80
Figura 10. Mapa de procesos de la empresa.	80
Figura 11. Layout actual de la empresa	81
Figura 12. Diagrama de operaciones (DOP) del producto pantalón clásico.	83
Figura 13. Mapa de flujo de Valor (VSM), Actual.	85
Figura 14. Mapa de flujo de valor (VSM), Futuro.	85

## Resumen

La presente investigación “Manufactura celular para incrementar la capacidad disponible en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.”, tuvo por objetivo principal Determinar en cuánto la aplicación de manufactura celular incrementa la capacidad disponible en el área de producción, mediante el estudio de tiempos, tiempo de ciclo planificado y contenido total de trabajo, el que se verá el incremento de la capacidad disponible del área de confección de la empresa.

El estudio fue considerado de tipo descriptivo-explicativo, por su finalidad es aplicativo, diseño experimental de tipo cuasiexperimental y por su naturaleza o enfoque es cuantitativo; En el que se aplicará un pre prueba y post prueba para así determinar la diferencia y cambios luego de la aplicación de la manufactura celular. Las variables del estudio fueron manufactura celular y capacidad disponible cada una con sus respectivas dimensiones.

La población total de la presente investigación equivale a 20 Jornadas de trabajo en un transcurso aproximado de 5 meses, las operaciones que conforman dichas jornadas fueron medidas con la capacidad real, capacidad diseñada, capacidad efectiva entre otros, los datos fueron registrados en fichas de recolección de datos. La medición se dio en dos ocasiones, antes de la manipulación de la variable, así mismo se calculó el ritmo de producción, disposición, reparto de trabajo y planificaron y control, de acuerdo a la metodología de implementación de la manufactura celular y se estableció un nuevo método de trabajo con se incrementó la capacidad disponible al reducir el despilfarro; para esto se utilizó el programa estadístico SPSS 24, el cual evidenció el incremento de la capacidad disponible en 28% mediante dicho estudio.

**Palabras claves:** manufactura celular, capacidad disponible, utilización y eficiencia.

## **Abstract**

This research “Cellular manufacturing to increase the available capacity in the production area of the textile manufacturing company, LUGUIS EIRL, Victoria, 2019.”, had as main objective to determine how much the application of cellular manufacturing increases the available capacity in the production area, through the study of times, planned cycle time and total work content, which will see the increase in the available capacity of the manufacturing area of the company.

The study was considered descriptive-explanatory, for its purpose it is applicative, experimental design of quasi-experimental type and for its nature or approach is quantitative; In which a pretest and posttest will be applied in order to determine the difference and changes after the application of the cellular manufacturing. The study variables were cellular manufacturing and available capacity each with their respective dimensions.

The total population of this research is equivalent to 20 working days in an approximate course of 5 months, the operations that make up these days were measured with real capacity, designed capacity, effective capacity among others, the data were recorded in collection sheets of data. The measurement was given on two occasions, before the manipulation of the variable, the rhythm of production, disposition, distribution of work and planning and control was calculated, according to the methodology of implementation of the cellular manufacturing and a new working method with the available capacity was increased by reducing waste; For this, the statistical program SPSS 24 was used, which evidenced the increase in available capacity by 28% through this study.

**Keywords:** cellular manufacturing, available capacity, utilization and efficiency.

## I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Realidad problemática

En la actualidad el mercado internacional exportador en el sector textil es exponencialmente cada vez más competitivo y esto es consecuencia directa de la liberación de dicho mercado para la industria china e india desde el año 2005 por disposición de la organización mundial de comercio (OMC); Esto generó un gran problema que ha sido en muchos casos fatal para muchas empresas dedicadas al rubro y hasta la actualidad no ha sido superado por numerosas de ellas, este evento tuvo mayor impacto en las empresas de países en desarrollo como el nuestro. (OMC, 2015)

Según los especialistas de COMEX (2019) en el Perú tras acumular años consecutivos de caídas en las exportaciones textiles, especialmente en el año 2015 con una caída de -26.4%, y en el año siguiente registrar el valor más bajo en su historia 1.198 millones, siendo esta clara evidencia de la fragilidad del sector en nuestro país. Sin embargo, en los dos últimos años, nuestras exportaciones textiles han mostrado signos de recuperación logrando una variación positiva desde el año 2017; En ese sentido es de vital importancia atender las debilidades a tiempo de dicho sector. Ejemplo de ello es la poca innovación de gran parte de las empresas textiles para ser competitivas. Según la encuesta nacional de innovación en la industria manufacturera elaborada por los especialistas de INEI (2017) “nos dice que mientras el 61% de las empresas manufactureras realizó actividades de innovación, dicho porcentaje ascendió solo a un 49% en el sector textil.” (p. 5).

En Lima, según los especialistas de Gestión (2016) nos dijeron que: En promedio existen 20,000 micro y pequeñas empresas dedicadas al sector textil estas distribuidas en su mayoría en cuatro puntos principales en la ciudad donde se concentra el mayor número de empresas del rubro, estos son: La Victoria, San Juan de Lurigancho, El Agustino y Villa El Salvador. Estos cuatro distritos son conocidos porque gran parte de su población se dedica al rubro textil, de este total un 20% como mínimo dejaría de producir para empezar a importar y vender debido a la competencia desleal que genera dicho acuerdo. En el país existen más de 37 mil pymes en el año 2014, este equivale al 99.5% del total de

empresas y la mayor parte de ellas son microempresas. (Ministerio de Producción, 2015)

La empresa LUGUIS E.I.R.L de nuestro proyecto optó por disminuir su presencia en el mercado local debido a la competencia desleal de productos chinos y se enfocó a trabajar en mayoría con contratos de empresas privadas, esto conlleva órdenes de pedido de cantidades pequeñas, modelos personalizados y de alta variación; este cambio en la demanda no se ajustó al sistema de producción tradicional de la empresa en consecuencia empezaron a presentarse errores en las prendas, despilfarros en el sistema, dificultad a ajustarse a nuevos estándares de calidad y retrasos en la hora de entrega..

En la observación de tal situación en la empresa se puede afirmar que para buscar solución a dichos problemas se requiere que se incremente la capacidad de producción en el área de confección con relación a la demanda impuesta por el nuevo mercado, ya que dicha situación incurrió en una baja capacidad de producción debido a que el método de producción tradicional de la empresa se mantuvo sin cambios, porque siempre se trabajó de la misma forma, y en su momento era satisfactoria en cuanto a la rapidez y eficacia en las entregas para clientes, es por ello que en este cambio al tener nuevos clientes con diferente demanda y mayor competitividad la empresa empieza a perjudicarse

Además, para poder analizar de manera profunda todas las causas raíz que dan como resultado el problema de la baja capacidad disponible de producción en el desarrollo de la manufactura en la empresa, para ello se elaboró un diagrama de Ishikawa (véase figura 1). Posteriormente se realiza el diagrama de Pareto para identificar el 20% de las causas en el área que suscitan el 80% de los problemas (véase figura 7) (véase tabla 33), dicho diagrama se realizó de acuerdo al escenario actual del área de confección de la empresa.

Ante ello Madariaga (2019) expresó que, si identificamos el despilfarro como el máximo enemigo de la eficiencia en las fábricas, para ello es necesario idear y experimentar con nuevas metodologías y herramientas para lograr eliminarlo. Por todo lo antes mencionado se lleva a cabo el trabajo de investigación titulado:

Manufactura celular en una empresa de confección textil para incrementar la utilización de la capacidad de producción, distrito de la Victoria, año 2019.

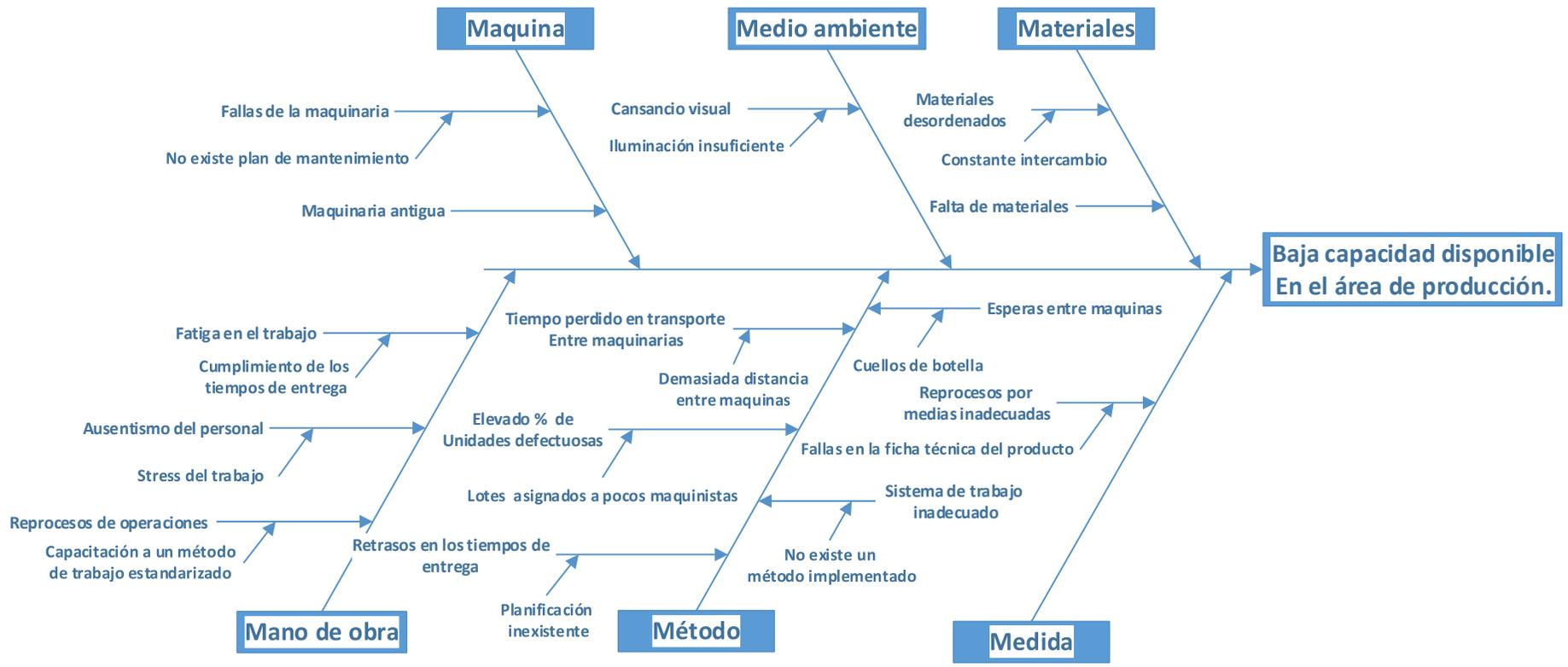


Figura 1: Diagrama de Ishikawa.

Nota: Método gráfico utilizado para encontrar la causa raíz del problema baja capacidad disponible, consta de seis categorías, causas principales y secundarias.

## 1.2. Trabajos previos

En la realización de la presente investigación se tomó como antecedentes investigaciones realizadas en el entorno internacional y nacional.

### 1.2.1. Antecedentes internacionales

**Un primer trabajo** de (Rivera y Assia, 2017) en su tesis de grado “Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemia Gourmet para aumentar la capacidad instalada”. Su objetivo fue proponer un nuevo diseño de planta en la empresa Dulcemia Gourmet para incrementar la capacidad instalada y satisfacer el crecimiento actual y futuro de la demanda. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada. Así pues, los autores concluyeron que mediante el análisis cuantitativo realizado con la herramienta Promodel, en la configuración actual y la propuesta de la planta, se puede visualizar un aumento proyectado de la producción de 200 a 800 unidades de galletas al día evidenciando un aumento en 300%.

**Un segundo trabajo** de (Santizo, 2015) en su tesis de maestría “Aplicación de la manufactura esbelta en una empresa productora de puertas y ventanas tipo europeas, para el aumento de la capacidad instalada”. Su objetivo fue precisar el aumento de la capacidad instalada en el área de producción de empresa al aplicar la manufactura esbelta. Desarrollo un tipo de investigación aplicada. Así pues, el autor concluyo que el incremento de la capacidad real se dio de 166 a 421 marcos diarios, equivalente a un incremento de 153%, además el tiempo efectivo de producción de 3.2 a 5.67 por día de trabajo, siendo el motivo de dicha la variación, la implementación de manufactura esbelta.

**Un tercer trabajo** de (Niño y Baeza, 2017) en su artículo científico “Diseño y desarrollo de Manufactura celular en una empresa de confección textil”. Su objetivo fue diseñar células de manufactura para optimizar el proceso de confección a través de la reducción de desplazamientos innecesarios, espacios ocupados por las máquinas e inventarios. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada. Así pues, los autores concluyeron que en el sector textil también es factible la aplicación de la técnica de manufactura celular, fue posible determinar células de trabajo idóneas identificándose cuatro familias de trabajo y un diseño

en U para determinar un mejor flujo del proceso, el incremento conseguido de la productividad es de 12%.

**En un cuarto trabajo** de (Farzad, 2015) en su tesis de doctorado "*Design and Configuration of Sustainable Dynamic Cellular Manufacturing Systems*". Su objetivo se centró en la configuración sostenible de células de manufactura (DCM) proponiendo tres modelos matemáticos. El reto principal de este estudio consiste en (i) elegir los criterios sociales y ambientales apropiados, (ii) se integran en modelos matemáticos, y (iii) estudiar el impacto de estos criterios de la configuración del DCMS. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada. Así pues, el autor concluyó que el modelo es adecuado para las empresas de fabricación, que se enfrentan con alto grado de variación tales como las industrias de tecnología. El modelo presentado permite a los gerentes considerar la ergonomía y seguridad de los trabajadores además de tomar decisiones sólidas ante la variación de la producción, el ahorro de espacio es de 15%, tiempo 20% en comparación con el sistema anterior.

**En un quinto trabajo** de (Bocanegra y Orejuela, 2017) en su artículo científico "*Cellular Manufacturing System Selection with Multi-lean Criteria, Optimization and Simulation*". Su objetivo se centró en proponer una metodología para diseñar y balancear un sistema de manufactura celular de una empresa industrial típica con el propósito de obtener una configuración óptima bajo los criterios de, proceso, costo total, tiempo ocioso, y confiabilidad. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada. Así pues, los autores concluyeron que el método nos ofrece diferentes combinaciones óptimas según los criterios tomados, pero en la mejor configuración, existe un cuello de botella en el inicio del proceso con un índice cero de suavidad, que genera un equilibrio de carga perfecta; por lo tanto, no hay inactividad. Pero, aunque esta solución es óptima en múltiples criterios, no es la configuración de costo más bajo, que selecciona el enfoque tradicional, la mejor configuración Cell (23), el coste total es de 0.069 de incrementó, tiempo de inactividad 0.05%.

**En un sexto** trabajo de (Gelvez, 2016) en su tesis "Redistribución del proceso de confección por celdas de manufactura para aumentar el volumen de

producción de la empresa Sexy Jeans LTDA. En la ciudad de Cúcuta- Norte de Santander”. Su objetivo se centró en elaborar la redistribución del proceso de confección por celdas de manufactura para aumentar el volumen de producción en la empresa Sexy Jeans Ltda. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada, así pues, el autor concluyo que se puede asegurar que la filosofía de trabajo por módulos de manufactura es exitosa, teniendo en cuenta que inicialmente la capacidad de producción era en promedio de 1.200 prendas/semana, maximizando en el 139% aproximadamente. Es decir, con una tasa de producción semanal de 2.878 prendas en promedio. La cantidad base de 300 unidades, trabajando de manera individual es de 500.250 segundos (equivalente a 138.95 horas), y el tiempo para el mismo lote bajo la metodología modular fue de 162.650 segundos (equivalente a 45.18 horas), disminuyendo el tiempo en proceso en un 66.6% aproximadamente.

### **1.2.2. Antecedentes nacionales**

**En un primer trabajo** de (Blanco y Sirlupú, 2015) en su tesis “Diseño e implementación de células de manufactura para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama”. Su objetivo se centró en la creación e implementar células de manufactura para incrementar la productividad en el área de armado de una pequeña empresa de calzado para dama. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada. Así pues, los autores concluyeron que la puesta en marcha de células de manufactura en la empresa incrementó la productividad en 9.57%, una efectividad obtenida de 1.025, reducción del tiempo de ciclo en 31%, utilización de la capacidad del horno incrementado en 18%, reducción del tiempo de producción en 14% y 52% en la distancia recorrida.

**En un segundo trabajo** de (Rioja, 2017) en su tesis “Propuesta para incrementar la capacidad de producción de la empresa “talara catering service” S.A.C. para la atención de su demanda potencial.” Su objetivo se centró proponer una mejora en el proceso productivo de sandalias de baño, el cual es parte de la investigación concluyendo que, a través del diagnóstico en base actual con la propuesta de mejora se llegaría a incrementar la utilización de la capacidad en un 14%. Así mismo se logró aumentar la eficiencia en un 7.63%.

todo ello desembocará en un incremento en las raciones producidas en 24.65% y una tasa de retorno de 22%.

**En un tercer trabajo** de (Carril, 2017) en su tesis” propuesta de implementación del MRP II para mejorar la capacidad de maquinaria de la empresa de congelados CMAR-S.A.C - Tumbes”. Su objetivo se centró en desarrollar una mejora en el sistema de planeamiento de producción de una empresa del sector pesquero en el rubro de congelados. Se desarrolló un tipo de investigación aplicada. Así pues, el autor concluyo que el sistema MRP II implementado en el área es satisfactorio obteniendo un aumento en la capacidad de producción de la maquinaria, incremento en la utilización de la capacidad de producción de 48% a 96%; así como en la capacidad pico desde 80% a 160% y por último en la capacidad efectiva de 56% a 113%.

**En un cuarto trabajo** de (Flores, 2015) en su tesis de grado “Diseño e implementación de un sistema modular bajo lineamientos de Manufactura Esbelta y los factores ergonómicos por el método LEST que incluya parámetros óptimos de luz, temperatura y ruido”. Su objetivo se centró en diseñar y aplicar el sistema modular en la línea de producción de la empresa bajo los fundamentos de manufactura esbelta, factores ergonómicos por el método LEST y parámetros de luz. Se realizó un tipo de investigación aplicada. Así pues, el autor concluyo que el sistema implantado es satisfactorio, la eficiencia es de 40% en comparación con la tradicional de 21%, eficiencia del balance de línea logrado de 59% en comparación con el tradicional de 41%, satisfacción ergonómica de 72.7% y el 81.9% percibe una iluminación óptima.

**En un quinto trabajo** de (Ruíz, 2016) en su tesis de grado “Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial”. Su objetivo se centró en aplicar lean manufacturing para incrementar la productividad en el área de confección de la empresa. Se realizó un tipo de investigación aplicada. Así pues, el autor concluyó que el sistema es satisfactorio, el porcentaje de entrega incrementó en 24%, se redujo de 10 a 8 operarios por célula de trabajo y una reducción de 26.87 días en el tiempo no valorado.

## **II. MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Teorías relacionadas al tema**

### **2.1.1. Capacidad**

De acuerdo a (Heizer y Render, 2014) dijeron que la capacidad es todo volumen de producción o también es la cantidad total de unidades que puede recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo determinado de tiempo, dicho cálculo de la capacidad determina si se podrá o no cumplir con la demanda o si por el contrario las instalaciones estarán desocupadas. existen dos medidas de desempeño de dicho sistema que son en particular útiles y estas son la utilización y la eficiencia.

Según Cañedo (2015) dijo que “capacidad: cantidad de producto obtenido en un centro de trabajo por unidad de tiempo” (p. 221).

### **2.1.2. Tipos de capacidad de producción**

#### **Capacidad disponible**

La capacidad disponible es una medida de tiempo para cuantificar el funcionamiento como se debe, y este depende de los factores de eficiencia y utilización (Cañedo, 2015)

Se define como el producto del tiempo trabajado, la eficiencia y la utilización. (Chapman, 2006)

#### **Importancia de la capacidad disponible.**

La capacidad disponible debe de estar equilibrada con la demanda en el caso de no ser así y la capacidad disponible es menor y ella no es suficiente para cubrir las necesidades del plan de fabricación, se generarán colas de trabajo, retraso en pedidos y pérdida de servicio al cliente. Por el contrario, si la capacidad disponible es mayor a la necesidad de producción, esto creará un exceso de stocks. Por ello la capacidad disponible debe ajustarse a las necesidades de fabricación. (Anaya, 2016)

#### **Capacidad de diseño**

Igualmente conocida como el mayor nivel de operación. Es la producción máxima teórica que puede lograr una instalación en condiciones ideales. (Chapman, 2006)

### **Capacidad real**

Está determinada por la producción real conseguida en un periodo determinado de trabajo. Este concepto solo es útil al ser utilizado en conjunto con la capacidad de diseño para calcular la utilización de la capacidad o con la capacidad efectiva para la eficiencia de la producción. (Chapman, 2006)

### **Capacidad efectiva**

Es la producción que se espera alcanzar en condiciones reales de funcionamiento tomando en cuenta las restricciones, el mantenimiento de la maquinaria, tiempos perdidos, errores del personal, tiempo perdido, entre otros. (Chapman, 2006)

#### **2.1.3. Utilización de la capacidad**

Los estudios de capacidad de producción con la finalidad de planificar requieren conocer la utilización de la capacidad, dicho indicador expresa el grado en el que el equipo, mano de obra o espacio se emplean en el proceso, actualmente este se expresa mediante un porcentaje que es el resultado de la correspondencia entre la producción obtenida y la capacidad máxima. (Heizer y Render, 2014)

Según Anaya (2016) El grado de utilización de la capacidad es una medida porcentual que indica hasta qué grado se utiliza la capacidad potencial o diseñada, para ello solamente son de interés la utilización productiva de los recursos de fabricación, en el caso de planificación de la capacidad de acuerdo al tiempo relacionamos en las horas producidas entre horas disponibles o programadas.

#### **2.1.4. Eficiencia de la producción**

Según Heizer & Render (2014) nos dijeron que “la eficiencia es el porcentaje de capacidad efectiva que se alcanza en realidad” (p. 299)

De acuerdo al autor nos explica que la eficiencia es la relación entre la producción real de la instalación, mano de obra o máquina en estudio con la capacidad efectiva de ella, por ello dependiendo en la manera en que se usen y administren dichas instalaciones será difícil o incluso imposible alcanzar el ansiado 100% de eficiencia.

#### **Importancia de la utilización y la eficiencia**

Castro (2008) nos dijo que la utilización, así como la eficiencia son los principales factores o indicadores que deben ser considerados al requerir planear la capacidad de producción, estos determinan la capacidad disponible en cualquier sistema.

Para emprender estrategias enfocadas en modificar la capacidad, es necesario mantener control sobre el índice de utilización de la capacidad ya que no se considera bueno al estar muy cercano al 100%, así como también tener una utilización menor al 70% se considera improductivo, este indicador nos provee de una alerta para subir o bajar la capacidad, buscando el 85% considerado óptimo. (Betancourt, 2016)

#### **2.1.5. Lean Manufacturing**

De acuerdo con Villaseñor & Galindo (2016) nos dijeron que la manufactura esbelta (traducción al español) son un agregado de técnicas enfocadas a suprimir los desperdicios en los procesos de producción, dichas herramientas fueron implementadas con éxito durante décadas en la fábrica de Toyota.

En definición es mejorar los procesos de tal manera que se agregue el mayor valor al producto o servicio y se minimice el desperdicio mediante una mejora continua. (Wright, 2017)

De acuerdo con Carreira (2005) nos dijo que: En una lógica sencilla y diferente de las definiciones utilizadas en el pensamiento lean esta dirección a dos principios rectores. uno es el concepto de valor, definido desde la perspectiva del cliente teniendo en cuenta si el mismo está dispuesto a pagar para que esta actividad ocurra y el término no valorado que es consumir recursos de la empresa y no hace avanzar al producto ni aumenta su valor.

Madariaga (2019) explicó que el Lean Manufacturing es un patrón modelo de disposición y gestión del sistema de fabricación con respecto de personas, máquinas materiales y métodos que tienen como objetivo incrementar el servicio, la calidad y la eficiencia mediante la eliminación ininterrumpida del despilfarro, en la figura 2 podemos observar lo necesario para llegar al objetivo.

*Lean Manufacturing* es idónea para la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos definidos y las cantidades de producción pueden ser pequeñas, medianas o grandes y estos pueden tener o no una cantidad alta de especificaciones dicha complejidad nos dan la posibilidad de una mejora.

#### **2.1.6. Manufactura celular**

Wang (2015) explicó que la **manufactura celular** (CM) es un enfoque que ayuda a construir una variedad de los productos con el menor desperdicio posible. Una célula es un grupo de estaciones de obra, máquinas herramientas, o equipos dispuestos para crear un flujo suave para que las familias de las piezas pueden ser procesadas progresivamente desde una estación de trabajo a otra sin tener que esperar para que un lote sea completado o que requieren adiciones manejo adicional entre las operaciones. En pocas palabras, la manufactura celular integra maquinaria y un pequeño equipo de operarios.

Modrák & Sudhakara (2014) comentaron que la Manufactura celular (CM), es una aplicación de la filosofía de grupos y se centra en el principio de la identificación de partes similares, tomando como ventaja la producción particular de ellas. Las celdas de manufactura se componen básicamente de máquinas heterogéneas para producir piezas o productos de familias particulares

Platas & Cervantes (2014) dijeron que Las celdas de manufactura son una agrupación de distintas máquinas, enfocado en lograr un flujo continuo secuencial y ordenado de la producción; ellas se establece la secuencia productiva de máquinas en un arreglo determinado y secuencia lógica, de tal modo que el último proceso de la secuencia esté cercano a la inicial. Esta formación puede ser en U, S o L.

Sekine (1993) comentó que “Una célula de manufactura es una unidad del trabajo mayor que una máquina o un puesto de trabajo individual pero más pequeña que el departamento. Típicamente, está conformado de 3 a 12 personas y 5 a 15 puestos de trabajo”. (p.10). Las máquinas o procesos se organizan en un arreglo compacto; Una célula de manufactura tiene la finalidad de añadir valor y reducir el desperdicio combinando de manera efectiva las operaciones mecánicas y manuales.

#### **2.1.7. Ventajas de la manufactura celular**

Según Martín & Socconini (2019) dijeron que algunas de las ventajas al aplicar células de manufactura son:

- Da continuidad en la operación de la planta
- Elimina inventarios en proceso generadores defectos por manipulación y altos costos
- Crea procesos flexibles, debido a producir en una misma área de trabajo diversos productos.
- Aumenta la flexibilidad y eficiencia
- Ayuda a los operarios a ser más eficientes debido a que logra producir lo mismo con menor cantidad de personas.
- Incentiva a que los operarios se involucren en mayor cantidad de tareas de un producto, incrementando su sentido de pertenencia con el producto.
- Conecta directamente las operaciones para eliminar transportes, demoras, movimientos de materiales, sobre producción e inventarios en proceso. (p. 118)

### **2.1.8. Pre requisitos de la distribución por célula**

Según Santos, et al. (2015) comentaron que lo complicado es cumplir elevado número de pre requisitos para poder llevar a cabo la transformación:

- Trabajadores polivalentes.
- Determinar el espacio requerido para las células, especialmente las de forma de U.
- Invertir en maquinaria.
- Mejorar el tiempo de cambio de los utillajes.
- Buscar métodos simples de automatizar la producción.
- Elegir nuevos sistemas de control y planificación de la producción con el objetivo de no necesitar ni planificar ni controlar la fabricación. (p. 67).

Una de las tareas más difíciles al migrar de una producción masiva a una manufactura esbelta es tomar la opción que implica para la empresa la necesidad de reducir la fuerza de trabajo para mantenerse competitiva y posteriormente despedir a los trabajadores desplazados que no están dispuestos a cooperar en el proyecto. (Wang, 2015)

### **2.1.9. Metodología para el diseño de células**

Santos, et al. (2015) Afirmaron que la metodología para desarrollar células de producción, en sí misma es muy sencilla. Las etapas que deben seguirse son las siguientes:

1. Formar familias de productos.
2. Cambiar la disposición de las máquinas
3. Determinar los ritmos de producción, el reparto de del trabajo en cada puesto y con ellos el número de operarios necesarios en la célula.
4. Planificar y controlar la célula. (p. 67)

### **Familias de productos**

Según Cuatrecasas, (2013) indicó que la agrupación por familias es agrupar en un mismo proceso solamente a los productos que se les pueda establecer un flujo común, dicho producto deberá tener un mínimo de nivel de similitud en las tareas de sus procesos.

El primer paso para planear un sistema de manufactura esbelta es la selección de familias de piezas y grupos de máquinas.

### **Tecnología de grupos**

Wang (2015) explica que **Tecnología de grupo** (TG), es una filosofía de fabricación muy efectiva en la que las piezas semejantes se identifican y agrupan con el fin de aprovechar sus similitudes en el proceso de diseño y fabricación, buscando ventajas.

De acuerdo al autor la tecnología de grupos es un método desarrollado para facilitar la manufactura, la cual consiste específicamente en diferenciar toda la gama de productos en familias con la finalidad de aprovechar las similitudes entre ellos ya sea en la fabricación o diseño de la misma.

Cuatrecasas, (2013) explicó que:  
la agrupación de productos tendiendo a la semejanza entre ellos y entre sus procesos, es la base fundamental de la **tecnología de grupos** (*group technology*, GT) dicha herramienta está ampliamente utilizada en la actualidad en las celdas de producción flexible, donde una acertada agrupación permite concretar diseños muy eficientes y además facilita la simplificación de los mismos por otro lado en la producción sistematizada y automatizada, la tecnología de grupo es fundamental. (p. 616)

### **Métodos de formación de familias de pieza-máquina**

Existen diferentes métodos de formación de familias de productos desarrollados por numerosos autores con la finalidad de encontrar soluciones óptimas para cada situación o realidad de cada empresa puesto que los productos o procesos son particulares y muy variados entre ellos, (Véase tabla 1). Estos son tomados de la tecnología de grupos filosofía en la que se apoya la manufactura celular.

Tabla 1. *Métodos de tecnología de grupos para la formación de familias*

Lista de métodos más utilizados para la formación de familias de productos

Análisis de flujo de producción	
Método de los coeficientes similares	
<b>Métodos inspirados en la naturaleza</b>	
Redes Neuronales	
Algoritmo hormiga	
Algoritmo Genético	
Otros métodos	
Recocido Simulado	
Búsqueda Tabú	
Modelos difusos	

Nota. Recuperado de (Contreras, 2011)

### **Disposición de máquinas**

La disposición de los puestos de trabajo multitarea requiere que varios puestos estén adecuadamente coordinados y enlazados a este conjunto maquinas relacionadas la conocemos como islote por ello para resolver el problema de anterior se utiliza la formación en U de forma que la transferencia de materiales y la relación entre puestos de trabajo sea más fácil. (Cuatrecasas, 2013). Aunque también existen otras formas de abrir los islotes como la S o la L.

### **Diseño de procesos altamente eficientes y flexibles: células en “U”**

La disposición de las máquinas en forma de U dan lugar a la denominación de diseños celulares, con ellas podemos lograr un conveniente enlace entre operaciones y puestos de trabajo y, por lo tanto, un equilibrio, coordinación y operación sin stock extendido a todo el proceso. (Cuatrecasas, 2013)

No obstante Cuatrecasas (2013) dijo que “la implementación que más favorece la eficiencia y en mayor parte la flexibilidad, es la línea en U que abarque todo el proceso en su interior, sea cual sea el número de puestos de trabajo que tenga” (p. 247)

### **Flexibilidad de la célula en U**

Podemos afirmar que la presencia de flexibilidad en una célula en “U” se puede afirmar, debido a la capacidad que tiene este tipo de distribución de permitir una rápida y fácil adecuación de la producción a volúmenes y modelos diferentes en cortos periodos de tiempo, en sí adaptar su tiempo de ciclo a lo requerido por la demanda del cliente. (Cuatrecasas, 2013)

## **Despilfarros eliminados en la distribución en “U”**

Cuatrecasas, (2013) nos dijo que:

- Transportes: reducidos por el flujo lineal con operaciones/máquinas cercanas entre sí.
- Movimientos: se minimiza por la asignación de tareas a trabajadores, situadas alrededor de los mismos.
- Movimientos: minimiza por la disposición en “U” con la entrada al mismo nivel que la salida.
- Esperas de materiales y trabajadores: elimina por equilibrado el ciclo de cada puesto.
- Stock: eliminado el WIP por el equilibrado del ciclo de los puestos de trabajo.
- Stock: suprimido el stock de materiales y WIP de los lotes de transferencia, por operar el flujo de usted a usted.
- Proceso: la implantación en flujo lineal, elimina muchas actividades NVA (manipulaciones, etc.)
- Calidad: la implantación del flujo de ud. A ud. Facilita el control de la calidad en cada puesto.
- Calidad: la disposición en “U” con la entrada al mismo nivel que la salida, facilita el control de la calidad.
- Sobreproducción: operario en modo *pull* la evitaremos. (Cuatrecasas, 2013, p. 250)

## **Diseño de modelo físico de una célula de manufactura**

El análisis de espacio físico busca evaluar el área física existente, con el propósito de que todos los componentes de la célula como son: (a) maquinaria, (b) herramientas, (c) equipos, (d) robots, (e) entre otros. Están internadas en la célula. Dicho proceso se inicia cuando ya se tiene a disposición el área física determinada, gracias al estudio de los planos y procesos de la empresa. (Guerrero, López y Díaz, 2016)

## **Layout en las celdas de manufactura**

Según Romero, Mejía, & Torres (2015) dijeron que la determinación del espacio físico es un problema frecuente en la producción, y con mayor énfasis en la industria manufacturera donde el recurso como espacio es muy limitado, dicho problema se enfocó en la reducción para minimizar el costo de transporte y así reducir recursos utilizados.

De acuerdo con el autor el principal criterio a tomar en cuenta en la formación del layout de la célula es la economía del espacio utilizado, para reducir el transporte entre máquinas que conforman la célula y entre células completas.

Romero, et al. (2015) dijeron que el proceso de formación de las celdas de manufactura inicia con la generación de los grupos de máquinas y familias de partes. En este proceso se agrupan las partes en familias a partir de las similitudes que tienen en sus procesos de fabricación, y las máquinas se agrupan en celdas siguiendo las similitudes en las piezas que en ellas se fabrican.

### **Los tipos básicos de lay-out**

Vaughn (2014) nos dijo que los tipos básicos son:

- a) Distribución de posición fija: es cuando se necesite fabricar nuevos productos que sean de demanda baja y alto costo o que sean muy grandes o muy pesados.
  
- b) Distribución por proceso: Esta es adecuada para la producción de muchos productos similares en su naturaleza, con el objetivo de poder usar las mismas máquinas. En muchos puntos se puede considerar como una etapa intermedia entre la distribución de posición fija y la de producto, en el plan de desarrollo de una empresa.

**Ritmos de producción, reparto del trabajo y número necesario de operarios.**

**Ritmo de producción**

**Takt–Time (Ritmo de la demanda).**

Socconini (2019) dijo que Takt, palabra alemana para ritmo o compás. Palabra adoptada por lean Manufacturing para definir el ritmo de la demanda del cliente por periodo.

El tiempo Takt impone el ritmo (paso) de la producción de acuerdo a la demanda del cliente así este se convierte en el latido de corazón del sistema esbelto; el Takt es utilizado para establecer la velocidad a la que un proceso necesita operar para satisfacer la demanda del cliente. Este se calcula dividiendo el tiempo de producción por la demanda requerida por el cliente en la misma unidad de tiempo. (Hernández y Godínez, 2014)

### **Tiempo de ciclo planificado (Ritmo de producción)**

el tiempo de ciclo planificado (TCP), es siempre inferior al tiempo Takt ya que esta toma en cuenta las paradas no planificadas, averías y cambios de referencia que pueden ocurrir, cuando menores sean estas paradas no planificadas, más se aproxima el TCP al Takt. (Madariaga, 2019)

### **Reparto de trabajo**

#### **Equilibrado de la célula**

Según Madariaga (2019) dijo que es repartir el contenido total de trabajo por igual entre los operarios designados, tratando de asignar a los operarios procesos de tal manera que la suma de ellos sea lo más cercano al tiempo de ciclo planificado.

Cuatrecasas (2017) dijo que el equilibrado permite eliminar despilfarros en esperas entre puestos de trabajo e inventario en proceso, por ello se requiere analizar todas las distintas posibilidades de equilibrado de la célula. (Véase figura 2).

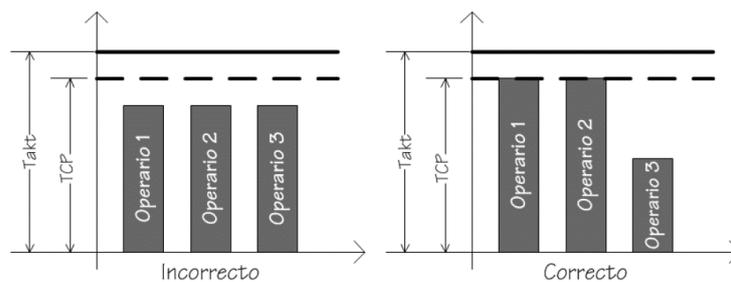


Figura 2. Equilibrado de operarios en una célula de manufactura.

Nota: la figura muestra una comparación de dos equilibrados, dando como correcto aquella donde la suma de operaciones se acerca más al TCP. Recuperado de (Madariaga, 2019)

### Número necesario de trabajadores

De acuerdo a Cuatrecasas (2013) dijo que las filosofías desarrolladas en el trabajo lean requiere flexibilidad en adaptar la capacidad permanentemente en función a la demanda y su evolución. La capacidad de producción encarnada en la cantidad de operarios debe contar con la flexibilidad necesaria para cumplir con dicho objetivo.

### Shojinka

“Denominamos *shojinka* a la metodología que admite alcanzar la flexibilidad sin ocasionar desperdicios en forma de material excedente, en forma de stock, puestos de trabajo parados, tiempos perdidos, , etc.” (Cuatrecasas, 2013, p. 454)

La metodología de shojinka de acuerdo con el autor no genera desperdicios de recursos ya mencionados en el párrafo anterior debido a que su producción está ajustada a la demanda requerida, dicho método tiene la capacidad de reaccionar y ajustarse nuevamente a cada cambio de la demanda en tiempo real.

Cuatrecasas (2013) expresó que la implantación de jhojinka para el volumen de producción es adaptar la producción a la función de la demanda por cada cierto periodo, supone evaluar el takt time que en sí es el tiempo de ciclo ideal para cumplir con la demanda y hacerlo operativo ajustando el número de puestos de trabajo y con ello logrando ajustar el tiempo de ciclo real hacia lo más cercano a dicho tiempo como también en caso de existir paradas no planificadas al tiempo de ciclo planificado (Véase figura 2).

De acuerdo a lo expuesto, Madariaga (2019) nos dijo que el número de puestos de trabajo necesarios precisos estaría solucionado con la relación entre el contenido total de trabajo y el tiempo de ciclo planificado. Dicho resultado deberá ser redondeado a su inmediato superior.

## **Planificar y controlar la célula**

### **Hoja de trabajo estándar**

Madariaga (2019) dijo que la hoja de trabajo estándar documento requiere, observación, análisis y documentación que tiene como resultado la disminución de la variación del proceso.

Godínes & Hernández (2018) afirmaron que la estandarizar en un pilar de la implementación lean esto significa documentar la mejor manera de hacer el trabajo esta estrategia basada en especificar, crear estándares y trabajo estandarizado.

Documenta y estandariza todos los elementos u operaciones que debe realizar el operario en el ciclo de repetitivo de trabajo entre ellos: las tareas, inventarios en curso, secuencia de movimientos y tiempo. (Madariaga, 2019)

### **Diagrama de trabajo estándar**

Según Madariaga (2019) afirmó que es un documento basado en la hoja de trabajo estándar, en él se ha cambiado el layout de los puestos y recorrido del operario por un diagrama de Gantt, este permitirá representar de manera gráfica los tiempos de cada elemento del trabajo.

### **Mapeo de flujo de valor (VSM)**

De acuerdo con Madariaga (2019) el VSM es una poderosa metodología que ayuda a demarcar el camino, amplía la perspectiva de la manufactura implantada lean, es un método de alto nivel que debe ser guiada desde la dirección como base de la planificación, es útil para erigir una visión futura de la fábrica.

El Mapeo de flujo de valor o cartografía de flujo de valor es un instrumento fundamental previo a la implementación de *lean Manufacturing* en la empresa, debido a que nos muestra de forma visual una primera fotografía del estado actual de la empresa. (Cabrera, 2017)

Según Rother (1999) nos dijo que “los mapas de cadena de valor se convierten en planos para la implementación del método lean. ¡Imagínese tratando de construir una casa sin planos!” (p. 13)

## **2.2 Formulación del problema.**

### **2.2.1 Problema general**

¿Cuál es el impacto de la **manufactura celular** en la **capacidad disponible** en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019?

### **2.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el impacto de la **manufactura celular** en la **utilización de la capacidad** en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019?

¿Cuál es el impacto de la **manufactura celular** en la **eficiencia de producción** en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019?

## **2.3 Justificación del estudio**

La motivación para llevar a cabo este proyecto de investigación tiene la finalidad de aplicar el conocimiento teórico aprendido de las enseñanzas de nuestros profesores y la bibliografía en la universidad con el objetivo de poder agregar más valor a la empresa en donde laboro, incrementando la capacidad disponible en el área de producción, para ello se quiere utilizar un sistema de manufactura celular. El desarrollo de este proyecto será un punto de partida para más proyectos aplicativos en otras empresas manufactureras con el fin de cambiar sus procesos de producción tradicional hacia la manufactura esbelta.

### **2.3.1 Justificación económica.**

Los beneficios económicos obtenidos por las empresas que desarrollan herramientas de lean manufacturing en sus procesos son mucho mayores en comparación de las empresas con métodos tradicionales, ya que dicha filosofía de trabajo ayuda a las empresas a estar acorde con las necesidades de la demanda actual del mercado, dando a la empresa mayor oportunidad de establecerse, desarrollarse y perdurar a través del tiempo.

### **2.3.2 Justificación social.**

La aplicación de dicho método de producción requiere emplear operarios polivalentes, lo que se traduce en capacitaciones del personal de la empresa, ello aumenta el nivel de empleabilidad del trabajador, así como también su perspectiva salarial. Insertar a las empresas la manufactura esbelta mejora su competitividad y rentabilidad de las mismas, por ende, se incrementarán el número de empresas dedicadas al rubro y permitirá la expansión de las ya existentes, creando así más puestos de trabajo en el cual los operarios tendrán una capacitación en múltiples máquinas y operaciones.

### **2.3.3 Justificación tecnológica.**

La manufactura celular requiere para su óptimo desarrollo la utilización progresiva de operaciones semi automatizada creando la necesidad gradual de cambio tecnológico para la empresa. Actualmente se crean máquinas de confección con mayores funcionalidades, buscando la automatización en el sector para poder producir más, en corto tiempo y requieren de personal calificado para manejarlo. Con la aplicación manufactura celular se logrará un primer paso para lograr el objetivo final que es la automatización de la producción.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general.**

La manufactura celular incrementa la **capacidad disponible** en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas:**

La manufactura celular mejora la **utilización** de la capacidad en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.

La manufactura celular incrementa la **eficiencia** de producción en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.

### **2.5 Objetivos.**

#### **2.5.1 Objetivo general**

Aplicar la manufactura celular incrementa la **capacidad disponible** en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.

#### **2.5.2 Objetivos específicos:**

Aplicar la manufactura celular para mejorar la **utilización de la capacidad** en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.

Aplicar la manufactura celular para incrementar la **eficiencia** de producción en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y Diseño de investigación.**

#### **3.1.1. Por el alcance o nivel de la investigación.**

El alcance de la investigación será de tipo **descriptivo y explicativo** con la finalidad de conocer el hecho, centrándose en la medición y descripción de datos para luego explicarlos según resultados obtenidos. Llegando finalmente a una conclusión.

Hernández, et al. (2014) Expresaron que:

**Descriptivo** porque tendrá como objeto describir fenómenos, contextos, eventos y situaciones; esto es, precisar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan detallar propiedades, características y perfiles de individuos, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables. (p. 250)

Hernández, et al. (2014) comentaron que:

**Explicativos**, están direccionados a contestar por las causas de los fenómenos y eventos sociales o físicos. Como su nombre lo expresa, su interés se direcciona en exponer por qué acontece un fenómeno y en qué circunstancia se manifiesta, o el motivo de relación de dos o más variables. (Hernández, et al. 2014, p. 240)

#### **3.1.2. Por la finalidad de la investigación**

De acuerdo a su propósito o finalidad la investigación es aplicada, debido a que los resultados se alcanzan luego de la aplicación de conocimiento ya existente para dar solución a la problemática que muestra la empresa, a través de la variable independiente manufactura celular para incrementar la capacidad disponible del área de producción de la empresa. (Hernández, et al., 2014)

#### **3.1.3. De acuerdo al enfoque o naturaleza de la investigación**

De acuerdo a la naturaleza la actual investigación es cuantitativa, debido a que usa la recaudación de datos para evidenciar la hipótesis, de acuerdo a una medición numérica y el análisis estadístico, para así establecer patrones de comportamiento de los datos y establecer teorías. (Hernández, et al., 2014)

### 3.1.4. Diseño de la investigación.

La presente investigación es de diseño **experimental** debido a que se modifica o altera deliberadamente la variable independiente (Manufactura celular) con el objetivo de estudiar los cambios obtenidos en la variable dependiente (utilización de la capacidad) de acuerdo con Hernández, et al. (2014) Expresaron que el “**diseño** constituirá el plan o la estrategia que se despliega para conseguir la información requerida en una investigación y responder al planteamiento del problema.” (p. 128)

Bernal (2016) sostiene que, “**La investigación experimental** se desempeña por medio de los llamados diseños, ellos son un conjunto de técnicas con las que se manipulan una o más variables”. (p. 160)

(Hernández, et al., 2014)Expresaron que:

Un significado propio de **experimento**, más acorde con un sentido científico del término, se indica a un análisis en el cual se manipulan de manera intencional una o más variables independientes, para analizar los resultados que dicho ajuste presenta sobre una o más variables dependientes. (p.129)

### 3.1.5. de acuerdo al tipo de diseño de la investigación o grado de control de las variables.

por el grado de control de sus variables el estudio será un **Cuasi experimento** debido a que la muestra existe antes de la investigación y es igual a la población, no existe muestro además de contar con registros previos para una futura comparación. De acuerdo con Bernal (2016) los diseños **cuasi experimentales** porque los sujetos de la investigación se designan de forma de azar a los grupos y por lo tanto el investigador no ejerce ningún control sobre las variables ajenas que intervienen en la investigación.

(Hernández, et al., 2014) Los diseños **cuasi experimentales** también manipulan adrede, por lo menos, una variable independiente para observar su consecuencia sobre una o más variables dependientes. En cambio, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni emparejan, ya que dichos grupos ya se encuentran formados antes del experimento.

Nomenclatura:

- G = Grupo de sujetos o casos (grupo formado antes del experimento)
- X = Tratamiento, estímulo o condición experimental (manipulación deliberada)
- O = Medición de sujetos de un grupo (observación)

Con relación al **alcance temporal** de la presente investigación desarrolla una investigación longitudinal, debido a que la muestra se medirá dos veces. La investigación será **Longitudinal**, debido a que esta permite visualizar los cambios en la población de estudio a corto mediano y largo plazo y todo aquello en razón que se medía como un mínimo dos veces a la población de estudio, efectuándose dos mediciones una al iniciar la investigación aplicando la variable independiente y la siguiente después de la aplicación de la misma variable. (Hernández, et al., 2014)

### **Diseño de pre prueba/pos prueba con un solo grupo**

Esquema:

$$\text{G: } O_1 - X - O_2$$

Dónde:

- G = Grupo de jornadas de trabajo (muestra).
- O1 = Utilización de la capacidad antes de la implementación (pre prueba)
- X = Manufactura celular
- O2 = Utilización de la capacidad después de la implementación (post prueba)

## **3.2. Variables y Operacionalización**

### **Identificación de variables**

#### **Variable independiente: Manufactura celular**

(Wang, 2015) Dijo que la manufactura celular, es la aplicación de la tecnología de grupos es convertir el sistema de manufactura en células de manufactura total o parcialmente independientes, una célula de manufactura es un conjunto de

máquinas o procesos que tienen: procedimientos, herramientas, métodos en común.

### Dimensión 1: Tiempo de ciclo Planificado.

De acuerdo con Madariaga (2019) dijo que el tiempo de ciclo planificado (TPC) es una variante del Takt time con la diferencia que este adiciona a dicho ritmo las paradas no planificadas en el proceso de producción. El TCP siempre será menor al Takt time. Cuando menores sean las paradas no planificadas más cercano estará el TPC al Takt time. y se mide en unidades de tiempo (s, min, h). los componentes del TCP (Véase tabla 2).

$$TPC = \frac{Takt\ time * (\% \text{ de paradas no planificadas})}{100}$$

Tabla 2. componentes de la fórmula del TCP.

Componente	Fórmula
Takt time	$= \frac{\text{tiempo planificado}}{\text{demandada del cliente}}$
Tiempo planificado	$= (\text{turnos de trabajo} * \text{tiempo}) - \text{paradas planificadas}$
Demanda del cliente	$= \frac{\text{Unidad demandada}}{\text{Unidad de tiempo}(h, \text{min}, s)}$
Paradas no planificadas	$= \% \text{ de averias} + \% \text{ de cambios}$

Recuperado de: (Madariaga, 2019)

### Dimensión 2: Estudio de tiempos

Según Santos, et al.(2015) El estudio de tiempo se podría definir como una técnica que se utiliza para determinar el tiempo estándar de una operación, es decir aquel que invierte el operario cualificado en realizar una tarea. Los componentes del tiempo estándar (Véase tabla 3).

$$Tiempo\ estandar = To * Va * (1 + S)$$

Tabla 3. Componentes de la fórmula del Tiempo estándar

Componente	Descripción	Unidades
To	Tiempo observado	Horas, minutos o segundos
Va	Valoración	Porcentaje
S	Suplemento	Porcentaje

Nota: Recuperado de: (Santos, et al., 2015)

### Dimensión 3: contenido total del trabajo (CTT)

El CTT en una célula de producción, es la sumatoria de todos los procesos para integrar la célula. Los componentes del CTT (Véase tabla 4).

$$CTT = \sum Andar + \sum TMP + \sum TMS + \sum T Frecuencial$$

Tabla 4. Componentes de la fórmula de CTT

Componente	Descripción	Unidades
CTT	Contenido total de trabajo	Horas, minutos o segundos
Andar	Transportes del operario	Horas, minutos o segundos
TMP	Tiempo de manual paralelo	Horas, minutos o segundos
TMC	Tiempo manual en serie	Horas, minutos o segundos
T Frecuencia	Cambios de herramientas	Horas, minutos o segundos

Nota: recuperado de: (Madariaga, 2019)

### Variable dependiente: Capacidad disponible.

La capacidad disponible es una medida de tiempo para cuantificar el funcionamiento como se debe, y este depende de los factores de eficiencia y utilización (Cañedo, 2015)

$$Capacidad\ disponible = horas\ trabajadas * Utilización * Eficiencia$$

### Dimensión 1: Utilización

De acuerdo con Anaya (2016) dijo que el grado de utilización de la capacidad es una medida porcentual que indica hasta qué grado se utiliza la capacidad instalada para ello solamente son de interés la utilización productiva de los recursos de fabricación.

Según Heizer & Render (2014) expresaron que: “La utilización es elementalmente el porcentaje de la capacidad de diseño que realmente se logra” (p. 299). Los componentes para calcular la utilización, (Véase tabla 5).

$$Utilización = \frac{Capacidad\ real}{Capacidad\ de\ diseño} * 100\%$$

Tabla 5. componentes de la fórmula de Utilización.

Componente	Formula	Unidades
Capacidad real	$= \frac{Unidades\ producidas}{Unidad\ de\ tiempo}$	Unidades/tiempo
Capacidad de diseño	$= Tc * N^{\circ}\ de\ operarios * turnos * jornada\ de\ trabajo$	Unidades/tiempo
Utilización		porcentaje

## Dimensión 2: Eficiencia

Según Heizer & Render (2014) nos dijeron que “la eficiencia es el porcentaje de capacidad efectiva que se alcanza en realidad” (p. 299). Los componentes para calcular la eficiencia, (Véase tabla 6).

$$Eficiencia = \frac{capacidad\ real}{Capacidad\ efectiva} * 100\%$$

Tabla 6 componentes componentes de la fórmula de eficiencia.

Componente	Formula	Unidades
Capacidad real	$= \frac{Unidades\ producidas}{Unidad\ de\ tiempo}$	Unidades/tiempo
Capacidad efectiva	$= Capacidad\ de\ diseño * (\% \text{ efectivo de produccion})$	Unidades/tiempo
Eficiencia		porcentaje

### 3.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 7. Matriz de Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Manufactura celular	Wang (2015) Una célula de manufactura es la combinación más efectiva de operaciones manuales y mecánicas para aumentar el valor añadido y reducir el desperdicio.	La implementación de células en U, consta del desarrollo secuencial de los pasos: cálculo de tiempo Takt, TCP, Tiempo estándar, CTT, entre otros.	TCP	$TCP = \frac{\text{Takt time} * (\% \text{ de paradas no planificadas})}{100}$ <p>TCP= tiempo de ciclo planificado</p>	Observación	Hoja de registros
			Estudio de tiempos	$\text{Tiempo estandar} = T_o + V_a * (1 + S)$ <p>To=tiempo observado Va= Valoración S= Suplemento</p>	Observación	Hoja de registros
			CTT	$CTT = \sum \text{Andar} + \sum \text{TMP} + \sum \text{TMS} + \sum \text{T Frecuencial}$ <p>CTT= Contenido total del trabajo TMP=Tiempo manual paralelo TMS=tiempo manual serie</p>	Observación	Hoja de registros
Capacidad disponible	La capacidad disponible es una medida de tiempo para cuantificar el funcionamiento como se debe, y este depende de los factores de eficiencia y utilización (Cañedo, 2015)	Existen dos medidas de desempeño de la capacidad disponible que son en particular útiles: la utilización y la eficiencia	Utilización de la capacidad	$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	Observación	Hoja de registros
			Eficiencia de la producción	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$	Observación	Hoja de registros

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

**Población o universo**, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con delimitadas especificaciones. (Hernández, et al., 2014)

Para Bernal (2016) dijo que “la población es la agrupación de todos los elementos que están dentro de la investigación con características similares (unidad de análisis)”.

En este estudio la población total vendría a ser las Jornadas de trabajo entre los meses de julio, junio y agosto, en las que se confeccionaron lotes de producción de 200 unidades, del tipo de tela Denim de 12 oz y modelo de prenda clásico.

#### **3.3.2.-Muestra**

Para Bernal (2016) “la muestra es una fracción de la población que se escoge para realizar la investigación y obtener información él ella se efectuará las mediciones y observación de las variables de estudio”.

La muestra de la investigación es por conveniencia, según Hernández, et al. (2014) porque en dicho estudio se incluirá a todos los sujetos de la población.

#### **3.3.3.-Muestreo**

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) nos comentaron que la función básica de la herramienta de investigación muestreo está enfocada en determinar qué parte de la población o universo de estudio deberá examinarse con el objetivo de poder inferir de manera acertada sobre dicha población.

marco muestra es un marco de referencia el cual permite identificar de una población a los elementos de la misma así diferenciaremos las unidades muestrales para el estudio. (Hernández, et al., 2014)

En este estudio se determinó que la parte de la población a examinar serán aquellos elementos de estudio en este caso jornadas de trabajo que estén dentro del marco muestra.

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

Recolectar los datos involucra preparar un plan al detalle de procedimientos que nos dirijan a reunir datos con finalidad específica. (Hernández, et al., 2014)

La técnica es la manera en que se realiza con el objeto de poder conseguir la información que se requiere para llegar al logro de los objetivos de la investigación. Hoy en día, la investigación científica presenta una gran variedad de técnicas e instrumentos para recolectar información de acuerdo a lo que se está investigando

#### **3.4.1. Técnica**

Como técnica será la **Observación Directa**, debido a que **el investigador** observará los lugares de trabajo donde se desempeñarán las diferentes actividades y procesos del área de confección, así como el desenvolvimiento de los mismos y el de los operarios. Mediante ella identificamos los problemas que dificultan la capacidad de producción.

“La observación es una técnica de recolección de datos que conoce la realidad y permite definir previamente los datos más importantes que deben recogerse por tener relación directa con el problema”. (Méndez, 2012)

#### **3.4.2. Instrumento**

Para este estudio se ha establecido que se utilizara como instrumento, **hojas de registro** en ellos se registraron todos los datos observados. Tanto para la variable dependiente como la independiente, de elaboración propia, adecuada a los indicadores.

#### **Validez**

La validez, se determina al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. (Hernández, y otros, 2014)

De acuerdo a Sanchez & Reyes (2015) expresaron que se denomina grado de control y posibilidad de generalización que posee el investigador sobre el problema que es estudiado

En este caso la validez de los instrumentos será determinada por la técnica **juicio de expertos**.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad de un instrumento de medición se indica al grado en que su uso repetido al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. (Hernández, et al., 2014)

La confiabilidad del instrumento será otorgada por la empresa mediante el jefe del área de producción y la realización del cronometraje teniendo como instrumento, el cronómetro. Los datos obtenidos son confiables y reales.

### **Cronometraje**

De acuerdo con Velasco (2013) El cronometraje es la observación de la ejecución de la operación por el del trabajador para después descomponerla en elementos para realizar la toma de tiempos de cada elemento de la operación utilizando un cronómetro, al mismo tiempo se concede un factor de actividad. Equipo de medición: Cronómetro.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento de recolección de datos en este estudio está basado en la técnica de la observación, el instrumento de recolección usado será la ficha de recolección de datos que se usará antes de la aplicación de la manufactura celular y después de la misma.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

El presente proyecto de investigación tiene enfoque cuantitativo por lo que se hará un análisis de complejidad para ello el análisis de datos se efectuará

utilizando el programa IBM SPSS *Statistics* 24, el cual permitió realizar el análisis estadístico de la información obtenida a lo largo de la investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación se compromete estrictamente a respetar la propiedad intelectual, la veracidad de resultados, por otro lado, dicho proyecto se realizará con la autorización del gerente general de la empresa para estar en constante evaluación y brindando información de la empresa necesaria para aplicar la manufactura celular.

#### **IV. RESULTADOS**

## **4.1. Situación actual de la empresa**

### **4.1.1. Generalidades de la empresa.**

La empresa LUGUIS E.I.R.L. Se desarrolla en la industria de la confección dedicada a la fabricación de prendas de vestir en tejido plano, además cuenta con más de 20 años de experiencia en el mercado de Lima y otros departamentos del país.

### **Datos de la empresa**

Se ubica en la Av. México 1314, distrito de la Victoria-Lima. Su número telefónico de contacto es 013241032 y correo electrónico al siguiente E-mail: confeccionessluguis@gmail.com.

### **Misión**

Somos una empresa peruana, dedicada a la confección y venta de productos textiles de calidad, orientada a una mejora continua permanente que nos permitan ofrecer un producto diferenciado de alto valor manteniendo un buen precio a nuestros clientes y así ser competitivos en el mercado.

### **Visión**

Ser reconocidos a nivel nacional por las instituciones y personas en general como una empresa de productos de calidad, así como ofrecer nuestros productos en los principales centros comerciales del país, gracias a la innovación aplicada en nuestros procesos, así como contar con un equipo de trabajo altamente capacitado y multidisciplinario.

### **4.1.2. Evaluación del antes del proceso de confección de pantalones**

Para evaluar la realidad sobre el actual proceso de confección de pantalones clásicos, se realizó un análisis de actual del proceso productivo en el área utilizando las herramientas como: diagrama de operaciones (Véase figura 12), diagrama de análisis de operaciones (véase tabla 47), estudio de tiempos (véase tabla 8 y 9), mapa de flujo de valor actual (véase figura 13), layout inicial del área (véase figura 11) descripción total del proceso de confección del producto

En la entrevista con el encargado del área de producción y algunos de los operarios de mayor experiencia en el área, dicha entrevista nos dio a conocer una mejor perspectiva de la empresa, al escuchar los diferentes puntos de vista de los entrevistados con respecto a problemas en dicha área. Entre las opiniones emitidas se dijo que el área de producción, aunque es relativamente amplia, está se encuentra casi llena de máquinas, pero muchas de ellas están inoperativas por falta de personal, obsolescencia o algún problema técnico y que también existen máquinas así en otros ambientes, por ello se decidió acomodar las máquinas por tipo sin dar mayor importancia a la distancia entre operaciones precedentes, además existen en el lugar máquinas que están inoperativas por **fallas** técnicas y estas se encuentran arrinconadas en una esquina. El encargado nos dijo que no existe ningún tipo de estudio concerniente a la distribución física de las máquinas en el área. La mayoría de los maquinistas son polivalentes y frecuentemente cambian sus operaciones por iniciativa propia dando prioridad a realizar aquella que le toma menor tiempo. Se le da mantenimiento preventivo y en su mayoría correctivo a las máquinas y esto sucede en la visita semanal del mecánico encargado.

#### **4.1.3. Descripción del proceso de la confección del pantalón clásico**

Recepción de piezas cortadas del almacén de costura previamente inspeccionada por el encargado del área, allí se verifica que estén completas todas ellas según la ficha técnica del producto.

Recubrir vista y vuelta: en esta operación se posiciona la vista sobre el tocuyo y se recubre sobreponiendo una sobre otra, la máquina debe de estar con garfio aéreo de igual manera con la vuelta.

Pegar boca de tocuyo a delantero: en esta operación se toma un delantero y se pone en la mesa de la máquina luego se posiciona la boca del tocuyo en la misma del delante para inmediatamente pasar una costura de 5/16 con la máquina recta.

Pespuntar boca de bolsillo: en esta operación se toma el delantero ya pegado con el tocuyo y se voltea la pieza presionando constantemente con las manos

formando así la boca de la prenda, inmediatamente se procede a pasar costura de pespunte de dos agujas a 1/16 con la máquina recta.

Orillar tocuyo: en esta operación se orilla los extremos del tocuyo con la máquina remalladora con puntada overlock de 5 hilos para asegurar el fondo del bolsillo.

Fijar boca de bolsillo: en esta operación se posiciona los extremos de la boca de bolsillo a los piquetes de la vista y sosteniendo esta se precede a pasar costura provisional solo para sujetar con la máquina recta.

Orillar garetá: aquí se toma la pieza garetá y se procede a orillarse por el lado curvo con la máquina remalladora puntada overlock.

Pegar garetá al delantero: en esta operación se sobrepone la garetá al tiro del delantero y sosteniendo la posición se procede a pasar costura recta de 5/16.

Pespuntar delantero: aquí se procede a voltear la garetá ya pegada al delantero para pasar una nueva costura 5/16 con la máquina recta.

Pegar cierre: en esta operación se posiciona el cierre en la aleta de la garetá y se procede a coser pegando con la máquina recta usando el borde del prénsatela como guía.

Coser dibujo de bragueta: en esta esta operación se acomoda el delantero izquierdo, insertando la extensión del tocuyo entre la garetá y el delantero, luego se cose por la cara de la tela dibujando el contorno de la garetá interior esta operación se hace con la máquina plana.

Orillar garetón: aquí se procede a doblar por la mitad al garetón insertando el extremo izquierdo hacia el interior del mismo inmediatamente procedemos a remallar con puntada overlock.

Unir delanteros: en esta operación se procede poner en la mesa el garetón sosteniéndolo con el prénsatela de la máquina luego sobreponer el delantero

derecho igualando el borde del garetón con el de la garetta del delantero luego sobreponer sobre ellos el delantero derecho con un pequeño dobléz en el tiro de la pieza, inmediatamente proceder a pasar costura plana pegando simultáneamente el garetón, la garetta del delantero izquierdo y el delantero derecho.

Cortar excedentes: en esta operación se corta los excedentes de garetón y garetta de la operación anterior.

Cerrar cuchilla: en esta operación se usa un embudo uniendo la cuchilla y el posterior sobreponiendo la segunda, esta operación se hace en la máquina cerradora.

Cerrar fundillo: en esta operación se toma el posterior izquierdo y el derecho y se procede a unir las dos piezas con el mismo embudo usado en la operación anterior.

Pespuntar basta: se toma el bolsillo posterior y se procede a hacerle un doble dobles aproximadamente de un centímetro de ancho, después se pasa pespunte por la cara de la de la tela, esta operación se hace con la máquina plana.

Pegar bolsillos: esta operación es la que toma mayor tiempo en la confección de la prenda, consiste en tomar el bolsillo posterior ya preformado y colocarlo en el posterior utilizando como guías las medidas previamente otorgadas por el patronista, seguidamente proceder a pespuntar los bordes del bolsillo y continuando al otro bolsillo.

Remallar costados: En esta operación se toma el posterior y el delantero a la vez ambos ya terminados se sobrepone el delantero y se iguala y sostiene la basta de ambos, luego se procede a remallar todo el costado de ambas piezas con puntada de seguridad.

Pespuntar costados: en esta operación se procede a pespuntar los costados ya remallados de la prenda hasta el punto donde finaliza el bolsillo posterior, esta operación se hace en la máquina recta.

Remallar entrepierna: en esta operación se toma la prenda por la basta y se igualan ambas piezas desde la basta en común luego se procede a remallar la entrepierna con puntada de seguridad.

Pretinar prenda: esta operación se realiza en la máquina pretinadora, se procede a insertar la pretina en el embudo de la máquina y luego insertar la

prenda empezando por la galleta del mismo y pretinar todo el contorno de la prenda.

Abir y cortar excedentes: aquí se corta con una tijera los excedentes mayores a un centímetro dejados por la operación anterior.

Pespuntar cachito: en esta operación se inserta el excedente de la pretina en el interior de la misma formando un ángulo recto, luego se procede a pespuntar hasta que la costura se empate con el de la pretina.

Voltear prenda: en esta operación se procede a voltear la prenda ya casi terminada que está al revés hacia la cara de la tela. Esta es una operación completamente manual.

Pespuntar basta: en esta operación se realiza un doble dobles en la basta de la prenda y se realiza un pespunte izquierdo de 5/16 con la máquina recta.

Pegar etiqueta: se realiza centrando la etiqueta en el lado interior de la pretina luego se procede a pespuntar con 5/32 con la máquina recta.

Coser presillas: en esta operación se insertan las piezas de presilla en un embudo de 3 cm. Se utiliza la máquina presilladora.

Cortar presillas: se mide y corta con una tijera las presillas en relación a la pretina.

Atracar prenda: en esta operación se atracan los puntos de mayor tensión en la prenda según diseño además de colocar las presillas en la pretina, se usa la máquina atracadora de ciclo de 32 puntadas.

Ojalar prenda: aquí se procede a hacer un ojal de tipo ojo de chanco con la máquina ojadora en el extremo izquierdo centrado de la pretina de la prenda.

Contar e inspeccionar: en esta operación se hace una inspección de calidad de tipo anti horario en la prenda terminada además de corroborar la cantidad de unidades en salida. las secuencias de dichas se grafican en el DOP (Véase figura 12)

#### **4.2. Plan de propuesta de implementación de manufactura celular.**

Para poder implementar la herramienta lean el plan consta de dos fases: (a) fase preliminar y (b) fase ejecución. La primera serán acciones previas a la implementación y la segunda será de acuerdo a la metodología de la herramienta esta cuenta una serie de fases (Véase capítulo 1), las cuales se verán desarrolladas a continuación.

##### **4.2.1 Fase 1: Preliminar.**

###### **Compromiso de la Gerencia.**

El lugar físico donde se desarrolla este trabajo, es el área de confección, por lo cual se buscó recibir el apoyo y/o aprobación del gerente general, el cual al momento de determinar la situación actual se mostró predispuesto hacia implementación de la mejora. Se procedió con mostrar posibles beneficios de la producción lean, a mitigar el problema de la poca capacidad disponible del área de confección (Véase figura 1).

###### **Lanzamiento del nuevo método de manufactura.**

En esta fase básicamente es donde se oficializa ante todos los operarios que estarán involucrados en la conformación de la célula de manufactura la decisión del gerente de llevar a cabo la implementación del método, así como los beneficios potenciales que esta ofrece, este se llevó a cabo en una charla a través de diapositivas y material de video.

###### **Capacitación del personal.**

Se realizó una capacitación dentro del área de confección, donde cada operario pudo presenciar la problemática que enfrentamos, donde se buscó que cada uno entienda cuál iba a ser su función en el interior de la célula, así como el respeto de acatar las actividades de la misma destinados para cada operario.

#### **4.2.2. Fase 2: Ejecución.**

Se elaboró el diagrama de operaciones del producto (DOP) (Véase figura 12) para entender el proceso de confección de la prenda, así como obtener la secuencia de operaciones del producto. Este análisis es imprescindible antes de efectuar el estudio de tiempos para conseguir el tiempo estándar de cada operación (Véase tabla 8).

**Resumen de tiempos observados para hallar el tiempo estándar de las operaciones.**

Tabla 8. Resumen de tiempos observados para hallar el tiempo estándar.

FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS																						
EMPRESA		LUGUIS E.I.R.L										HOJA						1 DE 1				
AREA		PRODUCCIÓN										CRONOMETRAJE						VUELTA A CERO				
OPERACIÓN		CONFECCIÓN PANTALON CLÁSICO										ANALISTA						LUIS LLANCA Y L.				
FECHA		JUNIO-AGOSTO																				
N°	ACTIVIDAD	DÍA1	DÍA2	DÍA3	DÍA4	DÍA5	DÍA6	DÍA7	DÍA8	DÍA9	DÍA10	DÍA11	DÍA12	DÍA13	DÍA14	DÍA15	DÍA16	DÍA17	DÍA18	DÍA19	DÍA20	PROMEDIO
1	recubierto de vista y vuelta a tocullo	60	60	62	60	65	58	60	60	58	55	60	65	61	58	58	60	60	60	61	60	60.05
2	pegar boca de tocullo a delantero	35	35	32	33	35	35	36	32	35	35	35	36	37	35	32	35	33	34	35	32	34.35
3	respuntar boca de bolsillo	43	43	44	41	43	43	43	42	41	41	42	43	43	43	44	42	41	40	40	42	42.20
4	orillar tocullo	15	14	14	16	13	13	12	15	15	14	15	13	15	14	15	13	15	15	15	12	14.15
5	fijar boca de bolsillo	42	40	41	42	41	40	42	42	43	45	41	42	40	40	43	43	43	42	41	41	41.70
6	orillar garetá	7	8	8	6	7	7	7	7	8	8	7	6	5	7	7	7	6	6	8	8	7.00
7	pegar garetá a delantero	11	12	10	12	11	11	11	12	13	12	10	10	12	11	11	11	11	12	13	10	11.30
8	respuntar delantero	15	16	14	14	14	13	14	13	13	13	15	15	15	15	16	15	15	15	16	15	14.55
9	pegado de cierre a garetá	8	8	8	8	9	10	10	8	8	9	8	8	9	10	11	10	8	9	8	10	8.85
10	coser dibujo de bragueta	13	12	13	13	13	10	12	13	11	13	13	12	13	12	11	14	12	13	12	11	12.30
11	remallar garetón	9	10	8	8	8	9	9	10	9	8	7	8	9	10	8	8	8	8	7	9	8.50
12	unir delanteros	59	60	60	60	60	60	61	60	60	60	61	62	60	60	60	59	60	59	61	60	60.10
13	cerrar cuchillas de posterior	29	28	29	28	27	28	28	29	29	29	30	31	29	29	28	28	27	30	30	29	28.75
14	cerrar fundillo	20	20	20	20	21	20	19	20	20	21	21	20	20	21	20	21	19	18	19	20	20.00
15	respuntar basta de bolsillo	26	25	25	24	26	26	26	25	25	25	25	26	24	28	26	25	25	23	23	25	25.15
16	pegar bolsillos a posterior	150	145	150	150	152	148	148	150	148	153	155	156	153	150	150	149	147	150	150	150	150.20
17	remallar costados	60	61	62	60	60	60	61	62	62	62	16	61	61	60	60	59	58	60	60	59	58.20
18	respuntado de costados	42	41	40	42	41	41	41	43	44	42	40	40	40	42	41	42	42	42	42	43	41.55
19	remallar entrepierna de pantalon	35	35	35	32	32	31	30	39	32	31	32	30	35	31	31	32	30	35	34	33	32.75
20	pretinar prenda	28	29	29	29	29	29	30	32	30	30	31	30	28	28	30	29	29	28	30	30	29.40
21	respuntar cachito	40	45	43	43	43	43	45	45	45	43	42	40	40	41	41	40	41	41	41	43	42.30
22	respuntar basta	42	41	41	40	40	42	42	41	43	43	43	45	42	40	41	40	41	42	43	45	41.85
23	pegar etiqueta	21	20	19	22	21	21	21	20	21	21	20	19	21	19	18	19	20	21	19	18	20.05
24	coser presillas	14	13	15	13	14	13	14	15	15	15	13	13	14	15	14	14	15	14	14	15	14.10
25	atracar presillas	45	46	42	43	45	45	46	46	46	48	46	45	43	44	45	46	45	45	46	47	45.20
26	ojalar prenda	20	20	21	21	21	23	20	20	19	19	18	18	20	19	18	20	20	20	21	22	20.00

Nota: Como se puede observar en la tabla N.º 7, es un resumen los tiempos de todas las operaciones por unidad de estudio (lote de producción) que en este caso son 20 de acuerdo a nuestra muestra, dichos datos son necesarios para hallar el tiempo estándar de cada operación. Se puede observar también que el promedio por operación está en segundos y este corresponde al resumen de un elemento (un pantalón) de un lote de 200 unidades. Dichos resultados se multiplicarán posteriormente por la cantidad de unidades por lote para obtener un tiempo estándar del producto.

Tabla SEQ Tabla \\* ARABIC 9. Calculo de tiempo estándar.

FORMATO PARA HALLAR EL TIEMPO ESTANDAR													
N°	ACTIVIDAD	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO(TO)	WESTINGHOUSE				FACTOR VAROLACION	TIEMPO NORMAL(N)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR(SEG)	TIEMPO ESTANDAR LOTE (Min.)		
			H	E	CO	CS							
1	recubierta de vista y vuelta a tocuyo	60.05	0.06	0.02	-0.03	0.01	1.06	63.7	12%	71	237.64		
2	pegar boca de tocuyo a delantero	34.35	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	34.7	12%	39	129.52		
3	pespuntar boca de bolsillo	42.2	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	43.5	12%	49	162.27		
4	orillar tocuyo	14.15	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	14.3	12%	16	53.35		
5	fixar boca de bolsillo	41.7	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	43.0	12%	48	160.35		
6	orillar garetta	7	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	7.1	12%	8	26.39		
7	pegar garetta a delantero	11.3	0.06	0.02	-0.03	0.01	1.06	12.0	12%	13	44.72		
8	pespuntar delantero	14.55	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	14.7	12%	16	54.86		
9	pegado de cierre a garetta	8.85	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	9.1	12%	10	34.03		
10	coser dibujo de bragueta	12.3	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	12.4	12%	14	46.38		
11	remallar garetón	8.5	0.06	0.00	-0.03	0.01	1.04	8.8	12%	10	33.00		
12	unir delanteros	60.1	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	61.9	12%	69	231.10		
13	cerrar cuchillas de posterior	28.75	0.06	0.00	-0.03	0.01	1.04	29.9	12%	33	111.63		
14	cerrar fundillo	20	0.06	0.00	-0.03	0.01	1.04	20.8	12%	23	77.65		
15	pespuntar basta de bolsillo	25.15	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	25.9	12%	29	96.71		
16	pegar bolsillos a posterior	150.2	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	151.7	12%	170	566.35		
17	remallar costados	58.2	0.06	0.02	-0.03	0.01	1.06	61.7	12%	69	230.32		
18	pespunteado de costados	41.55	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	42.0	12%	47	156.67		
19	remallar entropierna de pantalón	32.75	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	33.1	12%	37	123.49		
20	pretinar prenda	29.4	0.06	0.02	-0.03	0.01	1.06	31.2	12%	35	116.35		
21	pespuntar cachito	42.3	0.03	0.00	-0.03	0.01	1.01	42.7	12%	48	159.50		
22	pespuntar basta	41.85	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	43.1	12%	48	160.93		
23	pegar etiqueta	20.05	0.06	0.00	-0.03	0.01	1.04	20.9	12%	23	77.85		
24	coser presillas	14.1	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	14.5	12%	16	54.22		
25	atracar presillas	45.2	0.06	0.02	-0.03	0.01	1.06	47.9	12%	54	178.87		
26	ojalar prenda	20	0.03	0.02	-0.03	0.01	1.03	20.6	12%	23	76.91		
										Total	1020	3401.07	
										Total (Min.)		17	
										lote (hr)		56.68	

Nota: En la tabla N.º 8, podemos observar que el tiempo total de producción de un lote es de 56.68 horas, así como también tenemos el tiempo estándar de cada operación por lote.

## Manufactura celular

### Seleccionar familia de productos

como primer paso de la metodología para la implementación de una célula en U seleccionando familias de productos similares en entre sí en utilización de máquinas y secuencia de operaciones, debido a la gran cantidad de productos propios del rubro de confección textil que varían por modelos de prendas y un dinámico cambio de diseño en función de la moda, para este estudio tomaremos los productos más representativos y de mayor demanda estable en el tiempo. (Véase tabla 9)



Tabla 11. Matriz de relación de máquinas-producto (paso 2).

PRODUCTOS	CANTIDAD ANUAL (UNIDADES)	MAQUINAS (modelos diferentes)																																									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1		
PANTALON CLASICO VARON	52000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23						3	10	12	15				4	6	11	17	19									13	14	20	24	25	26
SHORT CARGO VARON	26000	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27					20	18	3	10	12	15		19	21	4	6	11	17	23								13	14	24	28	29	30
PANTALON MODA MUJER PD	38000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36		
PANTALON CLASICO NIÑO	25000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19								13	14	20	24	25	26
SHORT CARGO NIÑO	31000	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27					20	18	3	10	12	15		19	21	4	6	11	17	23								13	14	24	28	29	30
SHORT CLASICO NIÑO	12000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19								13	14	20	24	25	26
PANTALON MODA NIÑO BT	29000	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27					20	18	3	10	12	15		19	21	4	6	11	17	23								13	14	24	28	29	30
SHORT CLASICO VARON	30000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19								13	14	20	24	25	26
PANTALON CARGO MUJER	9000	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27					20	18	3	10	12	15		19	21	4	6	11	17	23								13	14	24	28	29	30
PANTALON MODA MUJER PA	35000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36		
PANTON MODA VARON PT	32000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36		
PANTALON MODA NIÑO PT	26000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36		
PANTALON CLASICO MUJER	50000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19								13	14	20	24	25	26
PANTALON CARGO VARON	31000	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27					20	18	3	10	12	15		19	21	4	6	11	17	23								13	14	24	28	29	30
PANTALON CARGO NIÑO	19000	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27					20	18	3	10	12	15		19	21	4	6	11	17	23								13	14	24	28	29	30
SHORT CLASICO MUJER	10000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19								13	14	20	24	25	26
PANTON MODA VARON BT	30000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36		

Nota: En la tabla N.º 10, observamos que se asignó una letra con orden alfabético en lugar de las máquinas.

Como tercer paso, a partir de la tabla 10 se sustituyen los números de secuencia se reemplazan por la letra correspondiente a cada máquina además de crear el campo llamado etiqueta donde se pone la secuencia completa. (Véase tabla 11)

Tabla 12. Matriz de relación de máquinas-operación (paso 3)

PRODUCTOS	CANTIDAD ANUAL (UNIDADES)	MAQUINAS (modelos diferentes)																										ETIQUETA														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y		Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CLASICO VARON	52000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CARGO VARON	26000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON MODA MUJER PD	38000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTALON CLASICO NIÑO	25000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CARGO NIÑO	31000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CLASICO NIÑO	12000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON MODA NIÑO BT	23000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CLASICO VARON	30000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CARGO MUJER	9000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON MODA MUJER PA	35000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTON MODA VARON PT	32000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTALON MODA NIÑO PT	26000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTALON CLASICO MUJER	50000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CARGO VARON	31000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CARGO NIÑO	19000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CLASICO MUJER	10000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTON MODA VARON BT	30000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	

Nota: En la tabla N.º 11, se sustituye los números de orden se secuencia por la letra de la máquina y se crea el campo etiqueta formado por la secuencia de las letras.

Tabla 13. Matriz de relación de máquina-operación (paso 4).

PRODUCTOS	CANTIDAD ANUAL (UNIDADES)	MAQUINAS (modelos diferentes)																										ETIQUETA	CANTIDAD ANUAL													
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1
PANTALON CLASICO VARON	52000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CLASICO NIÑO	25000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CLASICO NIÑO	12000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CLASICO VARON	30000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CLASICO MUJER	50000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CLASICO MUJER	10000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K							Q	R	S	T				X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON MODA MUJER_PD	32000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTALON MODA NIÑO_BT	21000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTALON MODA MUJER_PA	29000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTON MODA VARON_PT	28000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTALON MODA NIÑO_PT	26000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
PANTON MODA VARON_BT	25000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ			Q	R	S	T	U			X	Y	Z	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	
SHORT CARGO VARON	26000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
SHORT CARGO NIÑO	18000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CARGO MUJER	9000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CARGO VARON	16000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1
PANTALON CARGO NIÑO	10000	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K					O	P	Q	R	S	T		V	W	X	Y	Z	A1	B1							H1	I1	J1	K1	L1	M1

En la tabla N.º 12, ordenamos la tabla anterior por la etiqueta y la cantidad anual en este paso ya podemos observar las posibles familias.

Tabla 14. Matriz de relación de máquinas-producto. (paso 5)

FAMILIA	PRODUCTOS	CANTIDAD ANUAL (UNIDADES)	MAQUINAS (modelos diferentes)																										ETIQUETA	CANTIDAD ANUAL																
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			Z	AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG	HH	II	JJ	KK	LL	MM		
F1	PANTALON CLÁSICO VARON	5200	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19							13	14	20	24	25	26	ABCDRHIKCRSTWZABH-111KLM	12000	
	PANTALON CLÁSICO NIÑO	2800	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19							13	14	20	24	25	26	ABCDRHIKCRSTWZABH-111KLM		
	SHORT CLÁSICO NIÑO	1200	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19							13	14	20	24	25	26	ABCDRHIKCRSTWZABH-111KLM		
	SHORT CLÁSICO VARON	3000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19							13	14	20	24	25	26	ABCDRHIKCRSTWZABH-111KLM		
	PANTALON CLÁSICO MUJER	5000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19							13	14	20	24	25	26	ABCDRHIKCRSTWZABH-111KLM		
	SHORT CLÁSICO MUJER	1000	1	2	5	7	8	9	16	18	21	22	23							3	10	12	15				4	6	11	17	19							13	14	20	24	25	26	ABCDRHIKCRSTWZABH-111KLM		
F2	PANTALON MEDIANO MUJER D	3000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36	ABDRGHKMNÑCRSTUXZABICDEFIJKLIM	18000		
	PANTALON MEDIANO MUJER BT	2800	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36	ABDRGHKMNÑCRSTUXZABICDEFIJKLIM			
	PANTALON MEDIANO MUJER PA	3500	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36	ABDRGHKMNÑCRSTUXZABICDEFIJKLIM			
	PANTALON MEDIANO VARON PT	3200	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36	ABDRGHKMNÑCRSTUXZABICDEFIJKLIM			
	PANTALON MEDIANO NIÑO PT	2600	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36	ABDRGHKMNÑCRSTUXZABICDEFIJKLIM			
	PANTALON MEDIANO NIÑO BT	3000	7	8	11	13	14	15	26	28	31	32	33	2	6	23	25			9	16	18	21	4			10	12	17	27	29	1	3	5	22	24	19	20	30	34	35	36	ABDRGHKMNÑCRSTUXZABICDEFIJKLIM			
F3	SHORT CLÁSICO VARON	2800	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27						20	18	3	10	12	15			19	21	4	6	11	17	23						13	14	24	28	29	30	ABDRGHKCRSTVWZABH-111KLM	11500
	SHORT CLÁSICO NIÑO	3100	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27						20	18	3	10	12	15			19	21	4	6	11	17	23						13	14	24	28	29	30	ABDRGHKCRSTVWZABH-111KLM	
	PANTALON CLÁSICO MUJER	900	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27						20	18	3	10	12	15			19	21	4	6	11	17	23						13	14	24	28	29	30	ABDRGHKCRSTVWZABH-111KLM	
	PANTALON CLÁSICO VARON	3100	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27						20	18	3	10	12	15			19	21	4	6	11	17	23						13	14	24	28	29	30	ABDRGHKCRSTVWZABH-111KLM	
	PANTALON CLÁSICO NIÑO	1900	1	2	5	7	8	9	16	22	25	26	27						20	18	3	10	12	15			19	21	4	6	11	17	23						13	14	24	28	29	30	ABDRGHKCRSTVWZABH-111KLM	

Nota 1: En la tabla N°13, finalmente comprobamos que tengan la misma secuencia de los productos con igual etiqueta, observamos que se crearon tres familias de productos, debido a que la familia F1 contiene el producto en estudio (pantalón clásico) seleccionamos dicha familia. De acuerdo a los criterios de conformación de células en U estos no pueden estar conformados por un número de puestos de trabajo menor a 3 y mayor a 16 (Véase capítulo 1). Por lo tanto, debido a la alta cantidad de operaciones y con el objetivo de proveer mayor flexibilidad se dispondrá la conformación de 3 células en U para dicha familia de productos.

## Cambiar disposición de las máquinas

Dicho proceso se inicia cuando ya se tiene la disposición el área física determinada, gracias al estudio de los planos y procesos de la empresa, se propuso un layout de acuerdo a los requerimientos de conformación de tres celdas de manufactura (Véase capítulo 1) y la secuencia del flujo del proceso DOP (Véase figura 12)

## Layout propuesto para la conformación de 3 células de manufactura.

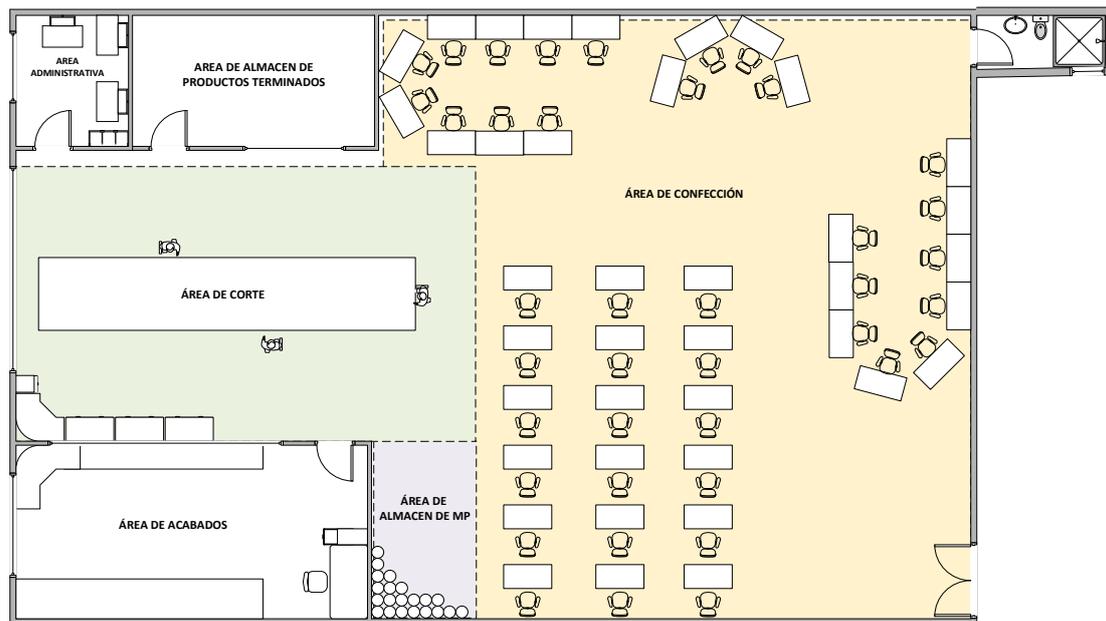


Figura 3. Layout propuesto para la conformación de 3 células en U.

## Calcular ritmo, reparto y N.º de operarios.

### Ritmo de trabajo

### Takt time y TCP

Procedemos a calcular el takt time y el tiempo de ciclo planificado de las tres familias de productos obtenidas (Véase tabla 13), recordando que cada familia de producto corresponde a una célula de manufactura, también cabe aclarar que debido a que cada familia corresponde a una pieza (delantero, posterior, ensamble) de un mismo producto (pantalón clásico) por lo tanto la sabemos que la demanda es la misma para las tres células.

Tabla 15. Tabla de cálculo del Takt y TCP para C-F1

<b>CALCULO DEL TAKT TIME</b>		
<b>Célula</b>	C-F1	
<b>Referencia</b>	Familia F1 (P1)	
<b>Proceso</b>		
<b>Demanda anual (lotes)</b>	260	
<b>Días laborables-año</b>	312	
<b>Demanda diaria (lotes)</b>	0.83	
<b>Nº Turnos</b>	1	
<b>Horas calendario-Turno (h)</b>	11	
<b>Paradas planificadas-Turno(h)</b>	1.33	Descansos, Mto Autónomo
<b>Tiempo planificado-Turno(h)</b>	9.67	Horas calendario-Paradas planificadas
<b>Tiempo planificado-Diario(min.)</b>	580.2	Tiempo planificado*Nº Turnos*60 min
<b>Takt Time (min/lote)</b>	696.24	Tiempo planificado/Demanda diaria
<b>Paradas no planificadas (%)</b>	10%	
<b>% Averías</b>	4%	
<b>% Cambios de referencia</b>	6%	
<b>Tiempo de Ciclo Planificado(min/lote)</b>	626.62	Takt Time*(1-Paradas no planificadas)

Nota: En la tabla N.º 14, podemos ver como el takt time de la familia C-F1 para un turno es de 696.24 minutos-lote, también podemos observar el tiempo de ciclo (TPC) que es menor al takt time en un 10% considerando la alta concurrencia de paradas no planificadas en el área de producción, por lo tanto, mientras menores sean las paradas no planificadas, más se aproxima el TCP al takt time.

Tabla 16. Tabla de cálculo del Takt y TCP para C-F2

<b>CALCULO DEL TAKT TIME</b>		
<b>Célula</b>	C-F2	
<b>Referencia</b>	Familia F2 (P2)	
<b>Proceso</b>		
<b>Demanda anual (lotes)</b>	260	
<b>Días laborables-año</b>	312	
<b>Demanda diaria (lotes)</b>	0.83	
<b>Nº Turnos</b>	1	
<b>Horas calendario-Turno (h)</b>	11	
<b>Paradas planificadas-Turno(h)</b>	1.33	Descansos, Mto Autónomo
<b>Tiempo planificado-Turno(h)</b>	9.67	Horas calendario-Paradas planificadas
<b>Tiempo planificado-Diario(min.)</b>	580.2	Tiempo planificado*Nº Turnos*60 min
<b>Takt Time (min/lote)</b>	696.24	Tiempo planificado/Demanda diaria
<b>Paradas no planificadas (%)</b>	10%	
<b>% Averías</b>	4%	
<b>% Cambios de referencia</b>	6%	
<b>Tiempo de Ciclo Planificado(min/lote)</b>	626.62	Takt Time*(1-Paradas no planificadas)

Nota: En la tabla N.º 15, podemos ver como el takt time de la familia C-F2 para un turno es de 696.24 minutos-lote y el TCP de 626.62 min-lote.

Tabla 17. Tabla de cálculo del Takt y TCP para C-F3.

<b>CALCULO DEL TAKT TIME</b>		
<b>Célula</b>	C-F3	
<b>Referencia</b>	Familia F3 (P3)	
<b>Proceso</b>		
<b>Demanda anual (lotes)</b>	260	
<b>Días laborables-año</b>	312	
<b>Demanda diaria (lotes)</b>	0.83	
<b>Nº Turnos</b>	1	
<b>Horas calendario-Turno (h)</b>	11	
<b>Paradas planificadas-Turno(h)</b>	1.33	Descansos, Mto Autónomo
<b>Tiempo planificado-Turno(h)</b>	9.67	Horas calendario-Paradas planificadas
<b>Tiempo planificado-Diario(min.)</b>	580.2	Tiempo planificado*Nº Turnos*60 min
<b>Takt Time (min/lote)</b>	696.24	Tiempo planificado/Demanda diaria
<b>Paradas no planificadas (%)</b>	10%	
<b>% Averías</b>	4%	
<b>% Cambios de referencia</b>	6%	
<b>Tiempo de Ciclo Planificado(min/lote)</b>	626.62	Takt Time*(1-Paradas no planificadas)

Nota: En la tabla N.º 16, podemos ver como el takt time de la familia C-F3 para un turno es de 696.24 minutos-lote y el TCP de 626.62 min-lote.

## Reparto de trabajo

### Flujo de continuo mediante células de manufactura

para organizar la secuencia de trabajo de los operarios en la célula en U, usaremos el método de Split (partir y dividir) ya que este permite múltiples combinaciones para distribuir de forma equilibrada a los operarios.

## Reparto de trabajo

### Flujo de continuo mediante células de manufactura

para organizar la secuencia de trabajo de los operarios en la célula en U, usaremos el método de Split (partir y dividir) ya que este permite múltiples combinaciones para distribuir de forma equilibrada a los operarios.

## Capacidad de proceso

debido a que ya calculamos el takt time, TCP y además de contar con el tiempo estándar de cada operación que integra la célula. Procedemos a calcular el tiempo base (TB), capacidad diaria de cada operación, contenido total de trabajo (CTT) y número de operarios por relevo.

Tabla 18. cálculo de CTT, C1-F1.

TABLA DE CAPACIDAD DEL PROCESO												
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO	UNID.DIA	TORNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Gamb	TCP	REALIZADO POR	FECHA		
C-F1	Familia F1 (P1)	ABCDEFGHIJKL	0.83	1	9.67	696.24	10%	626.62	Luis Llancay L.			
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	ANDAR	TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO BASE			CAMBIO DE HTAS.			CAPACIDAD DIARIA (Unidades)	OBSERVACIONES
					TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MÁQUINA AUTOM.	TIEMPO BASE	TIEMPO (Min.)	Nº PIEZAS	TIEMPO (s) FRECUENCIAL		
1	Recubridora A	recubierta de vista y vuelta a tocollo	0.03		237.64	0.00	237.64	3	1	180	3.04	Limitación de la célula
2	Recta B	pegar boca de tocollo a delantero	0.03		129.52	0.00	129.52	3	1	180	3.07	
3	Plana C	respuntar boca de bolsillo	0.03		162.27	0.00	162.27	3	1	180	3.05	
4	Remalladora D	orillar tocollo	0.03		53.35	0.00	53.35	3	1	180	3.16	
5	Recta E	fijar boca de bolsillo	0.03		160.35	0.00	160.35	3	1	180	3.05	
6	Femalladora F	orillar garetta	0.03		26.39	0.00	26.39	3	1	180	3.33	
7	Recta G	pegar garetta a delantero	0.03		44.72	0.00	44.72	3	1	180	3.19	
8	Recta H	respuntar delantero	0.03		54.86	0.00	54.86	3	1	180	3.16	
9	Recta I	pegado de cierre a garetta	0.03		34.03	0.00	34.03	3	1	180	3.25	
10	Plana J	coser dibujo de bragueta	0.03		46.38	0.00	46.38	3	1	180	3.19	
11	Remalladora K	remallar garetton	0.03		33.00	0.00	33.00	3	1	180	3.26	
12	Plana L	unir delanteros	0.03		231.10	0.00	231.10	3	1	180	3.04	Limitación de la célula
13												
14												
15												
TOTALES =			0.4	0	1213.61							
				1214.01						36		
					CONTENIDO TOTAL DE TRABAJO (CTT) =		1250.01					
					Nº DE OPERARIOS = CTT/TPC =		1.99					

Nota: En la tabla N.º 17, podemos observar que en la célula C1-F1 la capacidad limitante máxima es de 3.04 lotes por TCP, muy por encima de la demanda este dato nos revela la flexibilidad de dicha célula, además observamos que el CTT es de 1250.01 min lo cual nos da 1.99 redondeado a 2 operarios por turno.

Tabla 19. cálculo de CTT, C2-F1.

TABLA DE CAPACIDAD DEL PROCESO												
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO	UNID.DIA	TORNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Gamb	TCP	REALIZADO POR	FECHA		
C-F2	familia F2 (P2)	MNÑOP	0.83	1	9.67	696.24	10%	626.62	Luis Llancay L.			
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	ANDAR	TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO BASE			CAMBIO DE HTAS.			CAPACIDAD DIARIA (Unidades)	OBSERVACIONES
					TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MÁQUINA AUTOM.	TIEMPO BASE	TIEMPO (Min.)	Nº PIEZAS	TIEMPO (s) FRECUENCIAL		
1	Cerradora M	cerrar cuchillas de posterior	0.03		111.63	0.00	111.63	3	1	180	3.08	
2	Cerradora N	cerrar fundillo	0.03		77.65	0.00	77.65	3	1	180	3.11	
3	Plana Ñ	respuntar basta de bolsillo	0.03		96.71	0.00	96.71	3	1	180	3.09	
4	Recta O	pegar bolsillos a posterior	0.03		566.35	0.00	566.35	3	1	180	3.02	limitación de la célula
5	Presilladora Q	coser presillas	0.03		54.22	0.00	54.22	3	1	180	3.16	
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
TOTALES =			0.17	0.00	906.56							
				906.726667						15		
					CONTENIDO TOTAL DE TRABAJO (CTT) =		921.726667					
					Nº DE OPERARIOS = CTT/TPC =		1.47					

Nota: En la tabla N.º 18, podemos observar que en la célula C2-F1 la capacidad limitante máxima es de 3.2 lotes por TCP, muy por encima de la demanda este dato nos revela la flexibilidad de dicha célula, además observamos que el CTT es de 921.73 min lo cual nos da 1.47 redondeado a 2 operarios por turno.

Tabla 20. cálculo de CTT, C3-F1.

TABLA DE CAPACIDAD DEL PROCESO												
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO	UNID./DIA	TORNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Camb	TCP	REALIZADO POR	FECHA		
C-F3	Familia F3 (P3)	RSTUVWXYZ	0.83	1	9.67	696.24	10%	626.62	Luis Llanca y L.			
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	ANDAR	TIEMPO BASE			CAMBIO DE HTAS.				CAPACIDAD DIARIA (Unidades)	OBSERVACIONES
				TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MÁQUINA AUTOM.	TIEMPO BASE	TIEMPO (Min.)	Nº PIEZAS	TIEMPO (s) FRECUENCIAL		
1	Remalladora R	remallar costados	0.03		230.32	0.00	237.64	3	1	180	3.04	limitante de la celula
2	Recta S	pespuntado de costados	0.03		156.67	0.00	129.52	3	1	180	3.07	
3	Remalladora T	remallar entrepierna de pantalon	0.03		123.49	0.00	162.27	3	1	180	3.05	
4	Pretinadora U	pretinar prenda	0.03		116.35	0.00	53.35	3	1	180	3.16	
5	Recta V	pespuntar cachito	0.03		159.50	0.00	160.35	3	1	180	3.05	
6	Remalladora W	pespuntar basta	0.03		160.93	0.00	26.39	3	1	180	3.33	
7	Recta X	pegar etiqueta	0.03		77.85	0.00	44.72	3	1	180	3.19	
8	Atracadora Y	atracar presillas	0.03		178.87	0.00	34.03	3	1	180	3.26	
9	Ojaladora Z	ojalar prenda	0.03		76.91	0.00	46.38	3	1	180	3.19	
11												
12												
13												
14												
15												
TOTALES =			0.30	0.00	1280.89						27	
					1281.19							
					CONTENIDO TOTAL DE TRABAJO (CTT) =		1308.19					
					Nº DE OPERARIOS = CTT/TPC =		2.09					

Nota: En la tabla N.º 19, podemos observar que en la célula C3-F1 la capacidad limitante máxima es de 3.04 lotes por TCP, muy por encima de la demanda este dato nos revela la flexibilidad de dicha célula, además observamos que el CTT es de 1308.19 min lo cual nos da 2.09 redondeado a 2 operarios por turno.

### Equilibrado de la célula de trabajo

En este paso equilibramos y repartiremos el contenido total de trabajo de cada célula entre la cantidad teórica de operarios por célula usando los criterios de reducir al mínimo los operarios y aproximar los contenidos de trabajo al TCP para así resaltar el despilfarro.

Tabla 21. Equilibrado de la célula C1-F1.

TABLA AUXILIAR PARA EQUILIBRAR													
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO	UNID./DIA	TORNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Camb	TCP	REALIZADO POR	FECHA			
C-F1	Familia F1 (P1)	ABCDEFGHIJKL	0.83	1	9.67	696.24	10%	626.62	Luis Llanca y L.				
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	CONTENIDO O TRABAJO				EQUILIBRADO					OBSERVACIONES	
			ANDAR (min)	TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO FRECUENCIAL	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OPERARIO 4	OPERARIO 5		
1	Recubridora A	recubierto de vista y vuelta a tocullo	0.03			237.64	3	240.67					
2	Recta B	pegar boca de tocullo a delantero	0.03			129.52	3	132.55					
3	Plana C	pespuntar boca de bolsillo	0.03			162.27	3	165.30					
4	Remalladora D	orillar tocullo	0.03			53.35	3	56.38					
5	Recta E	fixar boca de bolsillo	0.03			160.35	3	163.38					
6	Femalladora F	orillar garetta	0.03			26.39	3	29.42					
7	Recta G	pegar garetta a delantero	0.03			44.72	3	47.75					
8	Recta H	pespuntar delantero	0.03			54.86	3	57.89					
9	Recta I	pegado de cierre a garetta	0.03			34.03	3	37.06					
10	Plana J	coser dibujo de braqueta	0.03			46.38	3	49.41					
11	Remalladora K	remallar garetton	0.03			33.00	3	36.03					
12	Plana L	unir delanteros	0.03			231.10	3	234.13					
13													
14													
15													
TOTALES =			0.4	0	1213.61		625.60	624.41	0	0	0		
					1214.01							36	
					CONTENIDO TOTAL DE TRABAJO (CTT) =		1250.01						
					Nº OPERARIOS = CTT/TPC =		1.99						

Nota: En la tabla N.º 20, podemos observar que la relación entre el CTT y el TCP nos da como resultado 2 operarios en la célula C1-F1, las operaciones de dicha célula se balancearon entre los operarios resultantes.

Tabla 22. Equilibrado de la célula C2-F1.

TABLA AUXILIAR PARA EQUILIBRAR												
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO	UNID.DIA	TORNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Camb	TCP	REALIZADO POR	FECHA		
C2-F2			0.83	1	9.67	696.24	10%	626.62				
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	CONTENIDO DE TRABAJO				EQUILIBRADO					OBSERVACIONES
			ANDAR (min)	TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO FRECUENCIAL	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OPERARIO 4	OPERARIO 5	
1	Cerradora M	cerrar cuchillas de posterior	0.03		111.63	3		114.66				
2	Cerradora N	cerrar fundillo	0.03		77.65	3		80.68				
3	Plana Ñ	respuntar basta de bolsillo	0.03		96.71	3		99.74				
4	Recta O	pegar bolsillos a posterior	0.03		566.35	3	569.38					
5	presilladora	coser presillas	0.03		54.22	3	57.25					
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
TOTALES =			0.17	0	906.56		626.64	295.09	0	0	0	
				906.726667		15						
CONTENIDO TOTAL DE TRABAJO (CTT) =			921.726667				921.726667					
Nº OPERARIOS = CTT/TCP =			1.47				2					

Nota: En la tabla N.º 21, podemos observar que la relación entre el CTT y el TCP nos da como resultado 1.47 que se redondea a 2 operarios en la célula C2-F1, las operaciones de dicha célula se balancearon entre los operarios resultantes. El operario 2 aproximadamente medio turno en espera dicho tiempo se le asignará como apoyo en otra célula que lo requiera.

Tabla 23. Equilibrado de la célula C3-F1.

TABLA DE CAPACIDAD DEL PROCESO												
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO	UNID.DIA	TORNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Camb	TCP	REALIZADO POR	FECHA		
C3-F1	Familia F3 (P3)	RSTUVWXYZ	0.83	1	9.67	696.24	10%	626.62	Luis Llancay L.			
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	ANDAR	TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO BASE		TIEMPO (Min.)	CAMBIO DE HTAS.		CAPACIDAD DIARIA (Unidades)	OBSERVACIONES	
					TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MÁQUINA AUT.OM.		Nº PIEZAS	TIEMPO (s) FRECUENCIAL			
1	Remalladora R	remallar costados	0.03		230.32	0.00	237.64	3	1	180	3.04	limitante de la celula
2	Recta S	respuntado de costados	0.03		156.67	0.00	129.52	3	1	180	3.07	
3	Remalladora T	remallar entrepierna de pantalon	0.03		123.49	0.00	162.27	3	1	180	3.05	
4	Pretinadora U	pretinar prenda	0.03		116.35	0.00	53.35	3	1	180	3.16	
5	Recta V	respuntar cachito	0.03		159.50	0.00	160.35	3	1	180	3.05	
6	Remalladora W	respuntar basta	0.03		160.93	0.00	26.39	3	1	180	3.33	
7	Recta X	pegar etiqueta	0.03		77.85	0.00	44.72	3	1	180	3.19	
8	Atracadora Y	atracar presillas	0.03		178.87	0.00	34.03	3	1	180	3.26	
9	Ojaladora Z	ojalar prenda	0.03		76.91	0.00	46.38	3	1	180	3.19	
11												
12												
13												
14												
15												
TOTALES =			0.30	0.00	1280.89							
				1281.19						27		
CONTENIDO TOTAL DE TRABAJO (CTT) =			1308.19				1308.19					
Nº DE OPERARIOS = CTT/TPC =			2.09				2.09					

Nota: En la tabla N.º 22, podemos observar que la relación entre el CTT y el TCP nos da como resultado 2.09 que se redondea a 2 operarios en la célula C3-F1, debido que tomamos en cuenta que en la célula anterior tenemos un operario con tiempo en espera podemos asignarlo a esta célula como apoyo al operario 2 de esta célula.

## **Cálculo de N.º de trabajadores**

En este punto de acuerdo a la metodología shojinka cuyo objetivo es crear flexibilidad sin generar desperdicios, en este caso puestos de trabajo parados. Dicho método relaciona dos aspectos determinantes hacia la producción ajustada; cuya teoría está desarrollada del presente estudio (Véase capítulo 1).

Implantación de procesos flexibles: de acuerdo a este punto se implantó tres células de producción ya que en ellas nos posibilitan variar el ritmo de producción.

De acuerdo con la relación entre el contenido total de trabajo y el tiempo de ciclo planificado se calculó cada célula de trabajo dando como resultado 2 operarios en la célula C-F1. (Véase tabla 20), 2 operarios en la célula C-F2. (Véase tabla 21), 2 operarios en la célula C-F3. (Véase tabla 22).

Capacidad excedentaria: con respecto a este punto podemos observar que en la célula C1-F1 la capacidad limitante es de 3.4 lotes (Véase tabla 17). excediendo en 250% aprox. La demanda requerida, (Véase tabla 14), en la célula C2-F1, 3.02 lotes tabla (Véase tabla 18). y en la célula C3-F1, 3.04 lotes tabla (Véase tabla 19).

## **Planificar y controlar**

En este punto del estudio, con el objetivo de planificar y controlar las células conformadas de trabajo, nos apoyaremos en la estandarización del ciclo de trabajo de los operarios cuyas definiciones fueron comentadas (Véase capítulo 1). A continuación, diseñaremos para cada operario de cada célula, una hoja de trabajo estándar de acuerdo a la capacidad de proceso y equilibrado de la misma.

Tabla 24. Hoja de trabajo estándar operario 1, célula de trabajo C1-F1

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR										
PROCESO		CÉLULA			REFERENCIA		OPERARIO	TCP	REALIZADO POR	FECHA
							1 de 2	626.62		
Nº	ELEMENTOS DEL TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOMÁTICO				
1	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
2	recubierta de vista y vuelta a tocillo	237.64								
3	poner pieza a maquina siguiente y andar			0.07						
4	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
5	fixar boca de bolsillo	160.35								
6	desplazarse a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.03						
7	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
8	orillar gareta	26.39								
9	desplazarse a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.03						
10	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
11	pegar gareta a delantero	44.72								
12	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
13	pespuntar delantero	54.86								
14	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
15	pegado de cierre a gareta	34.03								
16	desplazarse a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.03						
17	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
18	coser dibujo de braqueta	46.38								
19	poner pieza a maquina siguiente y andar			0.05						
20										
Tiempo de ciclo del operario (TCO)=		625.37	0	0.22						

Nota: En la tabla N.º 23, podemos observar que el operario 1 tiene cinco operaciones a realizar en su ciclo de trabajo en la célula C1-F1. De acuerdo al equilibrado (véase tabla 20).

Tabla 25. Hoja de trabajo estándar operario 2, célula de trabajo C1-F1

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR										
PROCESO		CÉLULA			REFERENCIA		OPERARIO	TCP	REALIZADO POR	FECHA
							2 de 2	626.62		
Nº	ELEMENTOS DEL TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOMÁTICO				
1	carga r pieza a maquina y habilitar maquina	3								
2	pegar boca de tocillo a delantero	129.52								
3	desplazarse a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.03						
4	carga r pieza a maquina y habilitar maquina	3								
5	pespuntar boca de bolsillo	162.27								
6	desplazarse a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.03						
7	carga r pieza a maquina y habilitar maquina	3								
8	orillar t oculto	53.35								
9	carga r pieza a maquina y habilitar maquina	3								
10	re ma llar garetón	33.00								
11	desplazarse a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.03						
12	carga r pieza a maquina y habilitar maquina	3								
13	u nir de la nte ros	231.10								
14	de posita r pieza en PT y andar			0.05						
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Tiempo de ciclo del operario (TCO)=		624.24	0	0.15						

Nota: En la tabla N.º 24, podemos observar que el operario 2 tiene cuatro operaciones a realizar en su ciclo de trabajo en la célula C1-F1. De acuerdo al equilibrado (Véase tabla 20)

Tabla 26. Hoja de trabajo estándar operario 1, célula de trabajo C2-F1.

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR									
PROCESO		CÉLULA			REFERENCIA	OPERARIO	TCP	REALIZADO POR	FECHA
						1 de 2	696.24		
Nº	ELEMENTOS DEL TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOMÁTICO			
1	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3							
2	pegar bolsillos a posterior	566.35							
3	desplazar a maquina consecutiva transportando pieza descargada			0.07					
4	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3							
5	coser greñillas	54.22							
6	depositar pieza en PT y andar			0.07					
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
Tiempo de ciclo del operario (TCO)=		626.57	0	0.13					
				626.70					

Nota: En la tabla N.º 25, podemos observar que el operario 1 tiene dos operaciones a realizar en su ciclo de trabajo en la célula C2-F1. De acuerdo al equilibrado de la (Véase tabla 21)

Tabla 27. Hoja de trabajo estándar operario 2, célula de trabajo C2-F1

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR									
PROCESO		CÉLULA			REFERENCIA	OPERARIO	TCP	REALIZADO POR	FECHA
Nº	ELEMENTOS DEL TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOMÁTICO			
1	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3							
2	cerrar cuchillas de posterior	111.63							
3	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3							
4	cerrar fundillo	77.65							
5	desplazar a maquina consecutiva transportando pieza descargada	3		0.03					
6	pis puntar base de bolsillo	96.71							
7	depositar pieza en PT y andar			0.03					
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
Tiempo de ciclo del operario (TCO)=		294.99	0	0.07					
				295.06					

Nota: En la tabla N.º 26, podemos observar que el operario 2 tiene dos operaciones a realizar en su ciclo de trabajo en la célula C2-F1. De acuerdo al equilibrado (Véase tabla 21).

Tabla 28. Hoja de trabajo estándar operario 1, célula de trabajo C3-F1

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR							OPERARIO	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA			REFERENCIA		1 de 2	696.24		
Nº	ELEMENTOS DEL TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOMÁTICO				
1	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
2	remalla r costados	230.32								
3	poner pieza amaquina siguiente y andar		0.05							
4	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
5	remalla r entrepierna de pantalon	123.49								
6	poner pieza amaquina siguiente y andar		0.05							
7	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
8	pegar etiqueta	77.85								
9	poner pieza amaquina siguiente y andar		0.05							
10	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
11	atracar presillas	178.87								
12	poner pieza amaquina siguiente y andar		0.05							
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Tiempo de ciclo del operario (TCO)=		622.53	0.2	0.00		622.73				

Nota: En la tabla N.º 27, podemos observar que el operario 1 tiene cuatro operaciones a realizar en su ciclo de trabajo en la célula C3-F1. De acuerdo al equilibrado (Véase tabla 21).

Tabla 29. Hoja de trabajo estándar operario 2, célula de trabajo C3-F1

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR							OPERARIO	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA			REFERENCIA		2 de 2	696.24		
Nº	ELEMENTOS DEL TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL.	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOMÁTICO				
1	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
2	pespunta de costados	156.67								
3	poner pieza amaquina siguiente y andar		0.05							
4	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
5	pretinar prenda	116.35								
6	desplazar a maquina consecutiva transportando pieza descargada		0.03							
7	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
8	pespunta r cachito	159.50								
9	desplazar a maquina consecutiva transportando pieza descargada		0.03							
10	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
11	pespunta r basta	160.93								
12	poner pieza amaquina siguiente y andar		0.05							
13	cargar pieza a maquina y habilitar maquina	3								
14	ojalar prenda	76.91								
15	depositar pieza en PT y andar		0.03							
16										
17										
18										
19										
20										
Tiempo de ciclo del operario (TCO)=		685.36	0	0.18		685.54				

Nota: En la tabla N.º 28, podemos observar que el operario 2 tiene cinco operaciones a realizar en su ciclo de trabajo en la célula C3-F1. De acuerdo al equilibrado (Véase tabla 21).

Para poder planificar la a corto y mediano plazo las celdas ya conformadas se utilizó también la herramienta del mapa de flujo de valor (VSM) como un mapa gráfico futuro de lo que buscamos lograr (Véase figura)

### 4.3 Desarrollo.

#### Variable dependiente: Capacidad disponible.

La variable dependiente capacidad disponible tiene dos indicadores que son la Utilización y la eficiencia, estos serán desarrollados a continuación. Utilización (Véase tabla 30) Eficiencia (Véase tabla 31).

#### Dimensión: Utilización.

Indicador: % de utilización

Tabla 30. Comparación de la Utilización pre / post obtenida

jornada	utilización	
	PRE	POST
1	0.71	0.84
2	0.70	0.83
3	0.67	0.82
4	0.72	0.86
5	0.72	0.85
6	0.77	0.83
7	0.69	0.84
8	0.75	0.82
9	0.72	0.85
10	0.72	0.84
11	0.75	0.88
12	0.75	0.85
13	0.71	0.86
14	0.70	0.83
15	0.72	0.86
16	0.71	0.89
17	0.75	0.87
18	0.72	0.85
19	0.72	0.84
20	0.70	0.86
Promedio	0.72	0.85
Incremento		15%

Nota: de la tabla 30, se visualiza un incremento importante en promedio de 15% en los últimos meses. Ello a diferencia del promedio del pre test que tiene un promedio de 72% y el post test con 85%, en la dimensión Utilización.

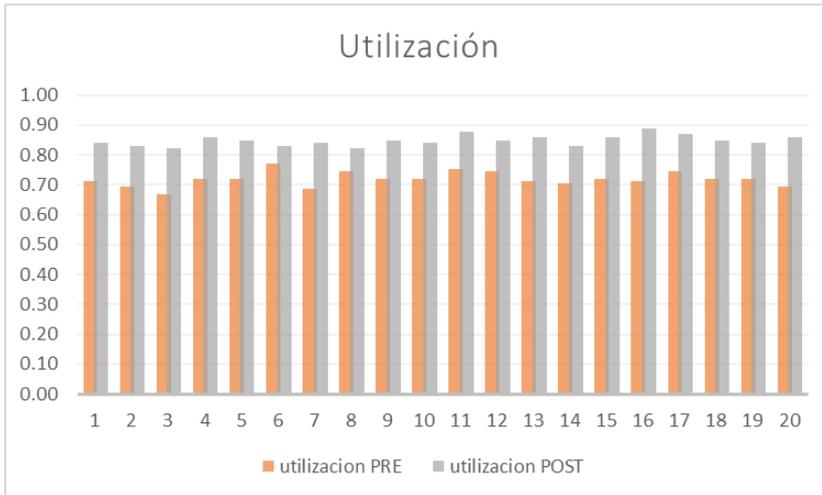


Figura 4. Resultado de la utilización real pre / post obtenida.

### Dimensión: Eficiencia.

Indicador: Producción máxima teórica.

Tabla 31. comparación sobre la eficiencia pre / post obtenida.

jornada	eficiencia	
	PRE	POST
1	0.84	0.99
2	0.82	0.98
3	0.79	0.97
4	0.85	1.01
5	0.85	1.00
6	0.91	0.98
7	0.81	0.99
8	0.88	0.97
9	0.85	1.00
10	0.85	0.99
11	0.89	1.03
12	0.88	1.00
13	0.84	1.01
14	0.83	0.98
15	0.85	1.01
16	0.84	1.05
17	0.88	1.02
18	0.85	1.00
19	0.85	0.99
20	0.82	1.01
<b>Promedio</b>	0.85	
<b>Decrece</b>		15%

Nota: de la tabla 31, se visualiza un incremento importante en promedio de 15% en los últimos meses. Ello a diferencia del promedio del pre test que tiene un promedio de 85% y el post test con 100%, en la dimensión Eficiencia.

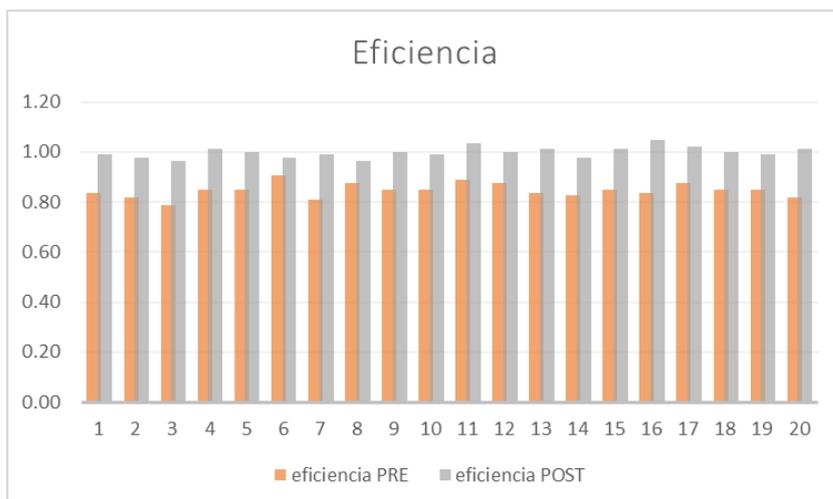


Figura 5. Resultado de la capacidad diseñada pre / post obtenida.

### Resultado total de la Variable dependiente: Capacidad disponible

Tabla 32. Comparación sobre la capacidad disponible pre / post obtenida.

jornada	capacidad disponible	
	PRE	POST
1	5.76	8.03
2	5.50	7.85
3	5.11	7.66
4	5.90	8.41
5	5.90	8.22
6	6.75	7.85
7	5.36	8.03
8	6.32	7.66
9	5.90	8.22
10	5.90	8.03
11	6.46	8.80
12	6.32	8.22
13	5.76	8.41
14	5.63	7.85
15	5.90	8.41
16	5.76	8.99
17	6.32	8.60
18	5.90	8.22
19	5.90	8.03

<b>20</b>	5.50	8.41
<b>Promedio</b>	5.89	8.19
<b>incremento</b>	28%	

Nota: de la tabla 32, se visualiza un incremento importante en promedio del 28% en los últimos meses. Ello a diferencia del promedio del pre test que tiene un promedio de 5.89 y el post test con 8.19, en la variable dependiente capacidad disponible.

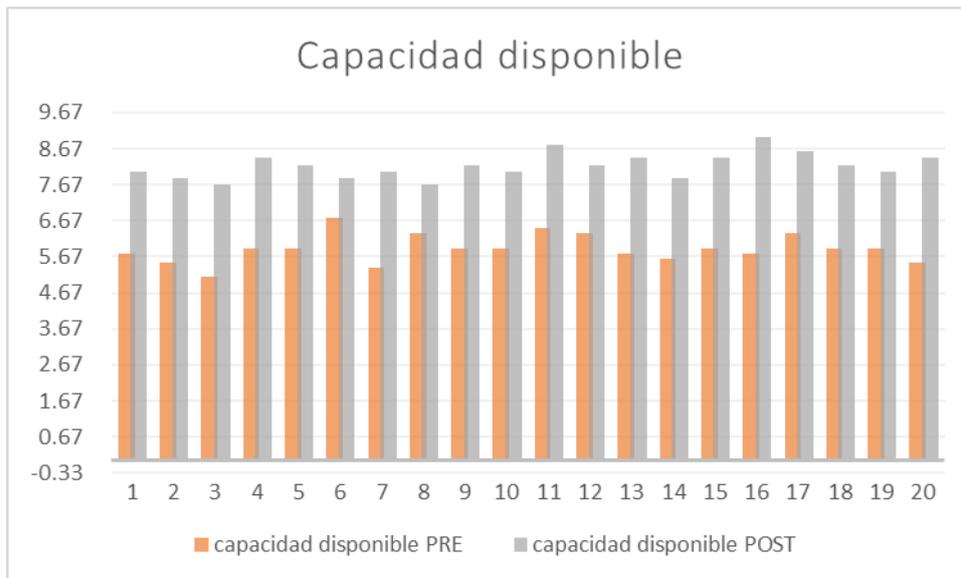


Figura 6. Resultado de la capacidad disponible pre / post obtenida.

#### 4.4. análisis estadístico-descriptivo

con el objetivo de verificar que tan dispersos están los datos de las muestras para los análisis posteriores, para ello las medidas de tendencia central y de dispersión.

Tabla 33. Análisis estadístico-descriptivo.

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
Diferencia_Utilización	Media		12,9500	,59593
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,7027	
		Límite superior	14,1973	
	Media recortada al 5%		13,0556	
	Mediana		13,0000	
	Varianza		7,103	
	Desv. Desviación		2,66508	
	Mínimo		6,00	
	Máximo		18,00	
	Rango		12,00	
	Rango intercuartil		2,75	
Diferencia_Eficiencia	Asimetría		-,923	,512
	Curtosis		1,910	,992
	Media		15,1000	,70300
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,6286	
Límite superior		16,5714		

	Media recortada al 5%		15,2222	
	Mediana		15,0000	
	Varianza		9,884	
	Desv. Desviación		3,14392	
	Mínimo		7,00	
	Máximo		21,00	
	Rango		14,00	
	Rango intercuartil		2,50	
	Asimetría		-,881	,512
	Curtosis		1,921	,992
Diferencia_Cap_Disponibl e	Media		230,200	10,5978
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0	2
		Límite superior	5	
	Media recortada al 5%		208,018	
	Mediana		252,381	
	Varianza		5	
	Desv. Desviación		231,777	
	Mínimo		8	
	Máximo		232,000	
	Rango		4	
	Rango intercuartil		2246,27	
	Asimetría		7	
	Curtosis		47,3948	

Nota: En la tabla 33, se observa las medidas de tendencia central y de dispersión con respecto a las diferencias entre el pre-test y post-test de la variable dependiente y sus dimensiones.

## 4.5. Análisis estadístico – inferencial

### 4.5.1 Análisis de la hipótesis general

Con el objetivo de verificar el cumplimiento de la hipótesis general, es necesario determinar si los datos de la variable capacidad disponible pre y post, tienen un alcance paramétrico, para ello requerimos la prueba de normalidad.

#### Normalidad

Para la prueba de Normalidad de los datos se procede a seguir los siguientes criterios:

Datos  $\leq 50$  = Shapiro – Wilk

Datos  $> 50$  = Kolmogorov – Smirnov

#### Entonces:

Nuestra muestra es inferior a 50, motivo por el cual se usará Shapiro – Wilk.

Regla de decisión:

Si el SIG  $\leq 0.05$  = Los datos de la variable tienen una conducta no paramétrica

Si el SIG > 0.05 = Los datos de la variable tienen una conducta paramétrica

Tabla 34. Prueba de normalidad de datos de variable Capacidad disponible.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadísti co	gl	Sig.	Estadísti co	gl	Sig.
Capacidad_Disponible_p re_test	,242	20	,003	,951	20	,387
Capacidad_Disponible_po st_test	,129	20	,200*	,955	20	,449

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: en la tabla 33, la variable al tener un nivel de significancia mayor a 0.05 tanto en el pre test y post test, en la prueba de shapiro-wilk, se demuestra que los datos son normales y paramétricos

Tabla 35. Estadígrafos a utilizar

ANTES	DESPUÈS	ESTADÌGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Nota: en la tabla 34, se muestra los requerimientos para la aplicación de estadígrafos, al tener datos normales y paramétricos (Véase tabla 33), por lo tanto, se utilizará el estadígrafo T Student.

### Contrastación de la hipótesis general.

**H0:** La manufactura celular **no** incrementa la **capacidad disponible** de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.

**Ha:** La manufactura celular incrementa la **capacidad disponible** de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.

### Regla de decisión.

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

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Tabla 36. Comparación de medias de variable Capacidad disponible pre y post test con T de Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
P ar 1	Capacidad_Disponible_p re_test	589,25 00	20	39,28020	8,78332

Capacidad_Disponible_post_test	819,5000	20	35,45123	7,92714
--------------------------------	----------	----	----------	---------

Nota: De la tabla 35 se puede verificar que la media de la variable capacidad disponible post test (819.5000) es mayor que la media de la variable capacidad disponible pre test (589.2500), por lo cual según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis planteada en la investigación.

### Regla de decisión.

Si  $\rho_v \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Tabla 37. Prueba de muestras emparejadas de variable capacidad disponible.

Prueba de muestras emparejadas										
	P	Capacidad_Disponible_pre_test - Capacidad_Disponible_post_test	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
			Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
						Inferior				Superior
			-230,25000	47,23611	10,56232	-252,35718	-208,14282	21,799	1,000	

Nota: También, de la tabla 36 de la prueba de las muestras emparejadas queda evidenciado que el valor de la significancia es de 0.00, siendo este menor que 0.05, por lo cual se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

### 4.5.2. Análisis de la hipótesis específica 1

**Ha:** La manufactura celular mejora la **utilización** de una empresa de confección textil, La Victoria, 2019.

### Regla de decisión.

Si  $\rho_v \leq 0.05$ , los datos de la muestra no provienen de una distribución normal.

Si  $\rho_v > 0.05$ , los datos de la muestra provienen de una distribución normal.

Tabla 38. Prueba de normalidad de datos de dimensión Utilización.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Utilización_Pre_test	,250	20	,002	,934	20	,180
Utilización_Post_test	,125	20	,200*	,957	20	,489

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Al tener un nivel de significancia mayor a 0.05 tanto en el pre y post se demuestra que tales son normales, por lo tanto, se desenlazan de forma paramétrica. En consiguiente se utilizará el estadígrafo T Student.

### Contrastación de la hipótesis específica 1.

**H0:** La manufactura celular **no** mejora la **utilización** de una empresa de confección textil, La Victoria, 2019.

**Ha:** La manufactura celular mejora la **utilización** de una empresa de confección textil, La Victoria, 2019.

#### Regla de decisión.

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

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Tabla 39. Comparación de medias de dimensión Utilización pre y post test con T de Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Utilización_Pre_test	72,0000	20	2,40613	,53803
	Utilización_Post_test	84,8500	20	1,87153	,41849

Nota: De la tabla 38 se puede verificar que la media de la dimensión Utilización post (84,8500) es mayor que la media de la dimensión Utilización pre (72,0000), por lo cual según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis planteada en la investigación.

#### Regla de decisión.

Si  $p_v \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Tabla 40. Prueba de muestras emparejadas de dimensión Utilización

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	l	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Utilización_Pre_test - Utilización_Post_test	-12,8500	2,75824	,61676	-14,14090	-11,55910	20,835	910	,00

Nota: Además, de la tabla 39, de la prueba de las muestras emparejadas queda evidenciado que el valor de la significancia es de 0.001, siendo este menor que 0.05, por lo cual se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

### 4.5.3. Análisis de la hipótesis específica 2

**Ha:** La manufactura celular incrementa la **eficiencia** de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.

#### Regla de decisión.

Si  $\rho_v \leq 0.05$ , los datos de la muestra no provienen de una distribución normal.

Si  $\rho_v > 0.05$ , los datos de la muestra provienen de una distribución normal.

Tabla 41. Prueba de normalidad de datos de dimensión eficiencia.

Pruebas de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadísti co	gl	Sig.	Estadísti co	gl	Sig.	
Eficiencia_Pre_test	,236	20	,005	,953	20	,422	
Eficiencia_Post_tes t	,141	20	,200*	,943	20	,273	

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Al tener un nivel de significancia mayor a 0.05 tanto en el pre y post se demuestra que tales son normales, por lo tanto, se desenlazan de forma paramétrica. En seguida se utilizará el estadígrafo T Student.

#### Contrastación de hipótesis específica 2.

**H0:** La manufactura celular **no** incrementa la **eficiencia** de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.

**Ha:** La manufactura celular incrementa la **eficiencia** de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.

#### Regla de decisión.

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

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Tabla 42. Comparación de medias de dimensión eficiencia pre y post test con T de Student

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia_Pre_test	84,9000	20	2,86356	,64031
	Eficiencia_Post_test	99,9000	20	1,99737	,44662

Nota: De la tabla 41 se puede verificar que la media de la dimensión eficiencia post (84,9000) es mayor que la media de la dimensión eficiencia pre (99,9000), por lo cual según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis planteada en la investigación.

### Regla de decisión.

Si  $p_v \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Tabla 43. Prueba de muestras emparejadas de dimensión eficiencia.

Prueba de muestras emparejadas		Diferencias emparejadas					t	g	Sig. (bilateral)
P	Eficiencia	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia_Pre_test - Eficiencia_Post_test	-15,0000	3,16228	,70711	-16,47999	-13,52001	21,213	19	,000

Nota: Además, de la tabla 42 de la prueba de las muestras emparejadas queda evidenciado que el valor de la significancia es de 0.00, siendo este menor que 0.05, por lo cual se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

## V. DISCUSIÓN

1.-Al 95% de confianza se acepta la Hipótesis Principal (pág.62) que La Manufactura celular en una empresa de confección textil incrementa capacidad disponible, la Victoria, 2019.

De la tabla 32 de la página 59, se puede observar que la medida de la variable dependiente capacidad disponible antes de implementación de la herramienta, da como resultado 5.89 horas bastante menor a la medida de la capacidad disponible después, que resultó 8.19 horas, se observa un incremento de 28% en promedio, evidenciándose así un incremento como consecuencia de la implementación de la manufactura celular. Este resultado coincide con lo investigado por Santizo (2015) en su tesis de maestría “ Aplicación de la manufactura esbelta en una empresa productora de puertas y ventanas tipo europeas, para el aumento de la capacidad instalada” el cual es parte de la presente investigación, concluyendo que, tras la prueba piloto conformación de una célula de manufactura conformada por tres operarios se extrapolo la información que en el área de ensamble incrementó el tiempo efectivo de producción (capacidad disponible) de 3.2 a 5.67 horas logrando incrementar la capacidad real de 166 a 421 marcos por jornada de trabajo.

2.-De la tabla 30 de la página 57, se puede evidenciar que la medida de la dimensión utilización , antes de la implementación de la herramienta, da como resultado 72% por jornada de trabajo dato menor a la medida de utilización después, que resultó de 85%, además se observa que en promedio incrementó un 15% evidenciándose así un incremento como consecuencia de la aplicación de la manufactura celular, este resultado coincide con lo investigado Carril (2017) en su tesis “propuesta de implementación del MRP II para mejorar la capacidad de maquinaria de la empresa de congelados CMAR S.A.C – Tumbes” que forma parte de la presente investigación el cual concluye que, la aplicación del MRP II, al proceso productivo. A través del análisis del plan maestro de producción, lista de materiales, niveles de inventarios, plan agregado de producción, programa de despacho, políticas de stock y capacidad de producción aumentó la utilización de la capacidad de producción de 48% a 96% y la efectiva de 56% a 113%.

3.-De la tabla 31 de la página 58, se puede evidenciar que la medida de la dimensión eficiencia, antes de la implementación de la herramienta, da como resultado 85% por jornada de trabajo dato menor a la medida de capacidad instalada después, que resultó 100% lotes por jornada de trabajo, obteniendo un decrecimiento de 15% evidenciándose así un ajuste hacia la utilización de la capacidad como consecuencia de la implementación de la manufactura celular, este resultado coincide con lo investigado por Rioja (2017) en su tesis “Propuesta para incrementar la capacidad de producción de la empresa “talara catering service” S.A.C. para la atención de su demanda potencial.” el cual es parte de la investigación concluyendo que, a través del diagnóstico en base actual con la propuesta de mejora se llegaría a incrementar la utilización de la capacidad en un 14%. Así mismo se logró aumentar la eficiencia en un 7.63%. todo ello desembocará en un incremento en las raciones producidas en 24.65%.

## **VI. CONCLUSIONES**

1.-Se concluye que la implementación de la manufactura celular (Variable independiente) incrementa significativamente la capacidad disponible de producción (Variable dependiente), conforme ello se puede evidenciar en la tabla 32 De la página 60, en donde el aumento de la capacidad disponible de producción en el área de confección fue de 28% en promedio.

2.-Se concluye que la implementación de la manufactura celular (Variable independiente) incrementa significativamente la utilización de la capacidad (Dimensión de la variable dependiente), conforme se puede evidenciar en la tabla 30 de la página 58, en donde el aumento de la utilización de la capacidad fue en 15% en promedio.

3.-Se concluye que la implementación de la manufactura celular (Variable independiente) incrementa significativamente la eficiencia (Dimensión de la variable dependiente), conforme ello se puede evidenciar en la tabla 31 de la página 59, en donde la eficiencia de la producción incrementó en un 15% en promedio.

## **VII.RECOMENDACIONES**

1.-Se recomienda continuar mejorando la capacidad disponible continuando con la capacitación de los maquinistas en la polivalencia de operaciones, así como incentivar al resto en la conformación de células para continuar con la implementación de nuevas células de manufactura de manera progresiva en el área de confección de la empresa, estas nuevas células dirigidas a las familias de productos restantes, con el objetivo de lograr el cambio progresivo a una producción lean mayor.

2.-Se recomienda seguir mejorando la utilización de la capacidad, dando mayor en el análisis de las operaciones y en la estandarización de las mismas, todo ello enfocado en quitar los elementos que no generen valor al producto y reducir los que no generen valor, pero sean necesarios para producirlos, esto se traducirá en la reducción en el tiempo del contenido total de trabajo y cantidad de operarios requeridos, velar por el cumplimiento de los flujos establecidos de cada operación en las hojas estándar de trabajo.

3.-Se recomienda para seguir mejorando la eficiencia de la producción, incentivar el desarrollo de nuevos métodos para desarrollar cada operación, con la ayuda de los operarios más experimentados, apoyándonos con la mejora de métodos para poder mejorar aún más los métodos, además de tomar en cuenta la compra paulatina de máquinas modernas de costura que tengan funciones de corte de hijo y programación de puntadas.

## REFERENCIAS:

- ANAYA, J.J., 2016. *Organización de la producción industrial*. Madrid: s.n. ISBN 9788417024666.
- BERNAL, C.A., 2016. *Metodología de la investigación*. 4. Bogotá: s.n. ISBN 9789586993104.
- BETANCOURT, D., 2016. Ingenioempresa. *Capacidad de producción: ¿Qué es y cómo se calcula?* [en línea]. Disponible en: <https://www.ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa/>.
- BLANCO, L.M. y SIRLUPÚ, L.A., 2015. *Diseño e implementación de células de manufactura para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama* [en línea]. S.l.: Universidad nacional de Trujillo. Disponible en: [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1078/BLANCO SALDAÑA-SIRLUPU TEJADA.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1078/BLANCO%20SALDAÑA-SIRLUPU%20TEJADA.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- BOCANEGRA, C. y OREJUELA, J.P., 2017. Cellular Manufacturing System Selection with Multi-lean Criteria, Optimization and Simulation. *Ingeniería y Universidad* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 7-26. ISSN 20112769. DOI 10.11144/Javeriana.iyu21-1.dcms. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/iyu/article/view/15196>.
- CABRERA, R.C., 2017. VSM Value Stream Mapping-Análisis de Cadena de Valor. [en línea], vol. 1, pp. 40. Disponible en: <https://orion2020.org/archivo/cadenadevalor/VSM22.pdf>.
- CAÑEDO, M.Á., 2015. *Programación de la producción en industrias de proceso* [en línea]. 5. Madrid: s.n. ISBN 9788416492411. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=o7VWDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Programación+de+la+producción+en+industrias+de+proceso&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj0gJaAy-XvAhV\\_KLkGHd-eAm4Q6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=Programación de la producción en industrias de proce.](https://books.google.com.pe/books?id=o7VWDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Programación+de+la+producción+en+industrias+de+proceso&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj0gJaAy-XvAhV_KLkGHd-eAm4Q6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=Programación%20de%20la%20producción%20en%20industrias%20de%20proce)
- CARREIRA, B., 2005. *Lean manufacturing that works* [en línea]. New York: s.n. ISBN 9780814434277. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzEyMDg0M19fQU41?sid=9f05f455-6378-4aa4-ad0f-553a7693dafa@pdc-v->

sessmgr05&vid=8&format=EB&rid=2.

- CARRIL, P.I., 2017. *Propuesta de implementación del MRP II para mejorar la capacidad de maquinaria de la empresa de congelados CMAR S.A.C.- Tumbes*. [en línea]. S.I.: Universidad privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12524>.
- CASTRO, C.A., 2008. *Planeación de la producción*. Medellín: s.n. ISBN 9786587200171.
- CHAPMAN, S.N., 2006. *Planificación Y Control De La Producción*. México D.F.: s.n. ISBN 970260771X.
- COMEXPERÚ, 2019. COMEXPERU. *EXPORTACIONES TEXTILES CRECIERON UN 6.8% EN EL PRIMER TRIMESTRE DEL AÑO* [en línea]. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-crecieron-un-68-en-el-primer-trimestre-del-ano>.
- CONTRERAS, M., 2011. *ESTUDIO SOBRE LA TECNOLOGÍA DE GRUPOS Y SU INTEGRACIÓN EN LA MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA* [en línea]. S.I.: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10009/176.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CUATRECASAS, L., 2013. *Diseño avanzado de plantas de producción flexible*. 2. Barcelona: s.n. ISBN 9788415735472.
- CUATRECASAS, L., 2017. *Ingeniería de procesos y de planta. Ingeniería lean* [en línea]. Barcelona: s.n. ISBN 9788416904013. Disponible en: <https://todoproyecto.files.wordpress.com/2020/08/ingenieria-de-procesos-y-de-planta-ingenieria-lean-lluis-cuatrecasas.pdf>.
- FARZAD, N., 2015. *Design and configuration of sustainable dynamic cellular manufacturing systems* [en línea]. S.I.: Institut national des sciences appliquées de Lyon. Disponible en: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01368427>.
- FLORES, A., 2015. *Diseño e implementación de un sistema modular bajo lineamientos de Manufactura Esbelta y los factores ergonómicos por el método LEST que incluya parámetros óptimos de luz , temperatura y ruido* [en línea]. S.I.: Universidad Católica San Pablo. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Diseño-e-implementación-de-un->

- sistema-modular-bajo-  
Condorvilca/dd6a635a814739ef5bdbfb6281d1886f4b12adad.
- GELVEZ, M.F., 2016. *Redistribución del proceso de confección por celdas de manufactura para aumentar el volumen de producción de la empresa Sexy Jeans LTDA, en la ciudad de Cúcuta*. S.l.: Universidad libre de Colombia.
- GESTIÓN, 2016. Una de cada cinco mypes textiles se volvería importadora. *Gestión Economía* [en línea]. Lima, 19 octubre 2016. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/cinco-mypes-textiles-volveria-importadora-118363-noticia/>.
- GODÍNEZ, A.M. y HERNÁNDEZ, G., 2018. *Poder KAIZEN: El método preferido de MEJORA CONTINUA para maximizar los resultados de toda organización* [en línea]. Guanajuato: s.n. ISBN 9786070077821. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=WPxcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Godinez,+M.,+%26+Hernández,+G.+\(2018\).+Poder+Kaizen&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjC6-ah7uXvAhWyHbkGHXJPAh0Q6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=Godinez%2C%20M.%2C%20Hernández%2C%20G.%20\(2018\).%20Poder%20Kaiz.](https://books.google.com.pe/books?id=WPxcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Godinez,+M.,+%26+Hernández,+G.+(2018).+Poder+Kaizen&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjC6-ah7uXvAhWyHbkGHXJPAh0Q6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=Godinez%2C%20M.%2C%20Hernández%2C%20G.%20(2018).%20Poder%20Kaiz.)
- GUERRERO, J., LÓPEZ, D. y DÍAZ, E., 2016. Manufacturing cell Physical model applied to a study case. *I+T+C Investigación, Tecnología y Ciencia* [en línea], vol. 11, no. 5, pp. 77-87. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/342419651\\_Modelo\\_fisico\\_de\\_una\\_celula\\_de\\_manufactura\\_aplicado\\_a\\_un\\_caso\\_de\\_estudio](https://www.researchgate.net/publication/342419651_Modelo_fisico_de_una_celula_de_manufactura_aplicado_a_un_caso_de_estudio).
- HEIZER, J. y RENDER, B., 2014. *PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES*. 9. México D.F.: s.n. ISBN 9786073223362.
- HERNÁNDEZ, G. y GODÍNEZ, A.M., 2014. *El gran libro de los procesos esbeltos* [en línea]. Guanajuato: s.n. ISBN 9786070077876. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=PvxcDwAAQBAJ&pg=PA136&dq=takt+ritmo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj4IG\\_7Y3mAhUGjVkkHYeUBVwQ6AEIOjAC#v=onepage&q=takt ritmo&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=PvxcDwAAQBAJ&pg=PA136&dq=takt+ritmo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj4IG_7Y3mAhUGjVkkHYeUBVwQ6AEIOjAC#v=onepage&q=takt%20ritmo&f=false).
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6. México D.F.: s.n. ISBN 9781456223960.
- INEI, 2017. *Perú: Encuesta nacional de innovación en la industria manufacturera* [en línea]. Lima: s.n. Disponible en:

- [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1415/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1415/libro.pdf).
- MADARIAGA, F., 2019. *Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Madrid: s.n.
- MARTÍN, Juan P. y SOCCONINI, L., 2019. *LEAN ENERGY 4.0 GUIA DE IMPLEMENTACIÓN* [en línea]. Barcelona: s.n. ISBN 9788417903060. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=QjyeDwAAQBAJ&pg=PA118&dq=manufatura+celular&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHjpTjz43mAhUwq1kKHU1HAJgQ6AEIQDAD#v=onepage&q=manufatura celular&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=QjyeDwAAQBAJ&pg=PA118&dq=manufatura+celular&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHjpTjz43mAhUwq1kKHU1HAJgQ6AEIQDAD#v=onepage&q=manufatura%20celular&f=true).
- MÉNDEZ, C.E., 2012. *Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales*. 4. México D.F.: s.n. ISBN 978-968-18-7177-2.
- MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, 2015. *Industria textil y confecciones estudio de investigación sectorial* [en línea]. Lima: s.n. Disponible en: [http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publie178337159547c39d\\_11.pdf](http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publie178337159547c39d_11.pdf).
- MODRAK, V. y SUDHAKARA, R., 2014. *Operations Management Research and Cellular Systems: Innovative Methods and Approaches* [en línea]. Estados Unidos: s.n. ISBN 978161350147. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Operations-Management-Research-and-Cellular-Methods-Modrák-Pandian/beb7af2d87f7503dae22cb9c391a753e61bbe230?p2df>.
- NIÑO, E.M. y BAEZA, R., 2017. Diseño y desarrollo de manufactura celular en una empresa de confección textil. *Jóvenes en la ciencia* [en línea], vol. 3, no. 1, pp. 1422-1426. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/articloe/view/2467/1859>.
- OMC, 2015. Entender la OMC. En: OMC (ed.) [en línea]. 5. Ginebra: s.n., pp. 111. ISBN 9789287037503. Disponible en: [https://www.wto-ilibrary.org/the-wto/informe-anual-2011\\_34011eeb-es](https://www.wto-ilibrary.org/the-wto/informe-anual-2011_34011eeb-es).
- PLATAS, J.A. y CERVANTES, M.I., 2014. *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones...: Un enfoque por competencias* [en línea]. México D.F.: s.n.

- ISBN 9786074389296. Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=6jnABgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Planeación,+diseño+y+layout+de+instalaciones&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwikwof-jOjvAhUqJrkGHT9GBjcQ6AEwAHoECAYQAg#v=onepage&q=Planeación%2C+diseño+y+layout+de+instalaciones&f=false>.
- RIOJA, F.G., 2017. *PROPUESTA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “TALARA CATERING SERVICE” S.A.C. PARA LA ATENCIÓN DE SU DEMANDA POTENCIAL*. [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1130>.
- RIVERA, J.P. y ASSIA, D., 2017. *Propuesta de diseño de planta de la empresa Dulcemía Gourmet para aumentar la capacidad instalada* [en línea]. S.I.: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Disponible en: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/10121>.
- ROMERO, G.A., MEJÍA, C. y TORRES, J.A., 2015. Mathematical models for the definition of cell manufacturing layout. Literature review. *Revista Tecnura* [en línea], vol. 19, no. 46, pp. 135. ISSN 0123-921X. DOI 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.4.a11. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/9552>.
- ROTHER, M. y JOHN, S., 1999. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. S.I.: s.n. ISBN 978-0966784305.
- RUÍZ, S., 2016. *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial* [en línea]. S.I.: Universidad nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/6093>.
- SÁNCHEZ, H. y REYES, C., 2015. *METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. 5. Lima: s.n. ISBN 978-612-46842-2-7.
- SANTIZO, E.A., 2015. *Aplicación de la manufactura esbelta en una empresa productora de puertas y ventanas tipo europeas, para el aumento de la capacidad instalada* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4721/>.
- SANTOS, J., WYSK, R.A. y TORRES, J.M., 2015. *Mejorando la producción con lean thinking*. 2. Madrid: s.n. ISBN 978-84-368-3282-2.

- SEKINE, K., 1993. *Diseño de células de fabricación: transformación de las fábricas para la producción en flujo*. Madrid: s.n. ISBN 84-87022-03-0.
- SOCCONINI, L., 2019. *Lean Company. Más allá de la manufactura* [en línea]. Barcelona: s.n. ISBN 9788417313999. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=SDKeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Lean+company+más+allá+de+la+manufactura&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj6j9fppujvAhV8D7kGHUk4AUoQ6AEwAHoECAMQAg#v=onepage&q=Lean+company+más+allá+de+la+manufactura&f=false>.
- VAUGHN, R.C., 2014. *Introducción a la Ingeniería Industrial*. 2. México D.F.: s.n. ISBN 9788429126914.
- VELASCO, J., 2013. *Organización de la producción Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos. Teoría y práctica*. 3. Madrid: s.n. ISBN 9788436830170.
- VILLASEÑOR, A. y GALINDO, E., 2016. *Manual de lean manufacturing*. 3. México D.F.: s.n.
- WANG, J.X., 2015. *Manufacturing Cellular Mitigating Risk and Uncertainty*. New York: s.n. ISBN 139781466577589.
- WRIGHT, C., 2017. *Fundamentals of Assurance for Lean projects* [en línea]. Reino Unido: s.n. ISBN 9788578110796. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzE1NTQ0MDVfX0FO0?sid=9f05f455-6378-4aa4-ad0f-553a7693dafa@pdc-v-sessmgr05&vid=5&format=EB&rid=7>.

## **ANEXOS**

Anexo 01:

Tabla 44. Matriz de consistencia.

Manufactura celular en una empresa de confección textil para incrementar la capacidad disponible, la Victoria, 2019.													
PREGUNTAS DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA					
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Manufactura celular	(Wang, 2015) Dijo que manufactura celular, es la aplicación de la tecnología de grupos es convertir el sistema de manufactura en células de manufactura total o parcialmente independientes, una célula de manufactura es un conjunto de máquinas o procesos que tienen: procedimientos, herramientas, métodos en común.	La implementación de células en U, consta del desarrollo secuencial de los pasos: cálculo de tiempo takt, TCP, tiempo estándar, CTT, entre otros..	Tiempo de ciclo planificado	Takt time, %de paradas no planificadas.	Razon					
¿Cuál es el impacto de la manufactura celular en el incremento de la capacidad disponible una empresa de confección textil, la Victoria, 2019?	Aplicar la manufactura celular incrementar la capacidad disponible de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019	La manufactura celular incrementa la capacidad disponible de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.					Estudio de tiempos	Tiempo observado, valoración, suplemento	Razon				
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS					Capacidad disponible	La capacidad disponible es una medida de tiempo para cuantificar el funcionamiento como se debe, y este depende de los factores de eficiencia y utilización (Cañedo, 2015)	Es el grado de rendimiento con el que se emplean los recursos para alcanzar objetivos predeterminados.	Utilización	Tiempo manual paralelo, tiempo manual serie, andar.	Razon	
¿Cuál es el impacto de la manufactura celular en la utilización de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019?	Aplicar la manufactura celular para mejorar la utilización de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.	La manufactura celular mejora la utilización de una empresa de confección textil, La Victoria, 2019.									Contenido total de trabajo		
¿Cuál es el impacto de la manufactura celular en la eficiencia de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019?	Aplicar la manufactura celular para incrementar la eficiencia de una empresa de confección textil, 2019. aumentar la eficacia en el 2018	La manufactura celular incrementa la eficiencia de una empresa de confección textil, la Victoria, 2019.									Capacidad real, capacidad diseñada	Razon	
										Eficiencia	Capacidad real, capacidad efectiva	Razon	

Nota: en la tabla 44, la matriz de consistencia presenta resumen adecuadamente, los conceptos básicos de la investigación presentan una visión panorámica, posibilitando en análisis e interpretación.

## Anexo 02: Diagrama de Pareto por causas.

Tabla 45. causas para la elaboración del diagrama de Pareto.

descripción	Frecuencia	porcentaje	acumulado	% acumulado
Tiempo perdido en transporte Entre maquinarias	30	13.51%	30	13.51%
sistema de trabajo inadecuado	29	13.06%	59	26.58%
Retrasos en los tiempos de entrega	27	12.16%	86	38.74%
esperas entre maquinarias	25	11.26%	111	50.00%
Elevado % de unidades defectuosas	26	11.71%	137	61.71%
Fallas de maquinaria	16	7.21%	153	68.92%
Reprocesos de operaciones	12	5.41%	165	74.32%
Materiales desordenados	11	4.95%	176	79.28%
Ausentismo del personal	10	4.50%	186	83.78%
Cansancio visual	9	4.05%	195	87.84%
falta de materiales	9	4.05%	204	91.89%
Fatiga en el trabajo	6	2.70%	210	94.59%
Reprocesos por medidas inadecuadas	6	2.70%	216	97.30%
Maquinaria antigua	6	2.70%	222	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>222</b>	<b>100.00%</b>		

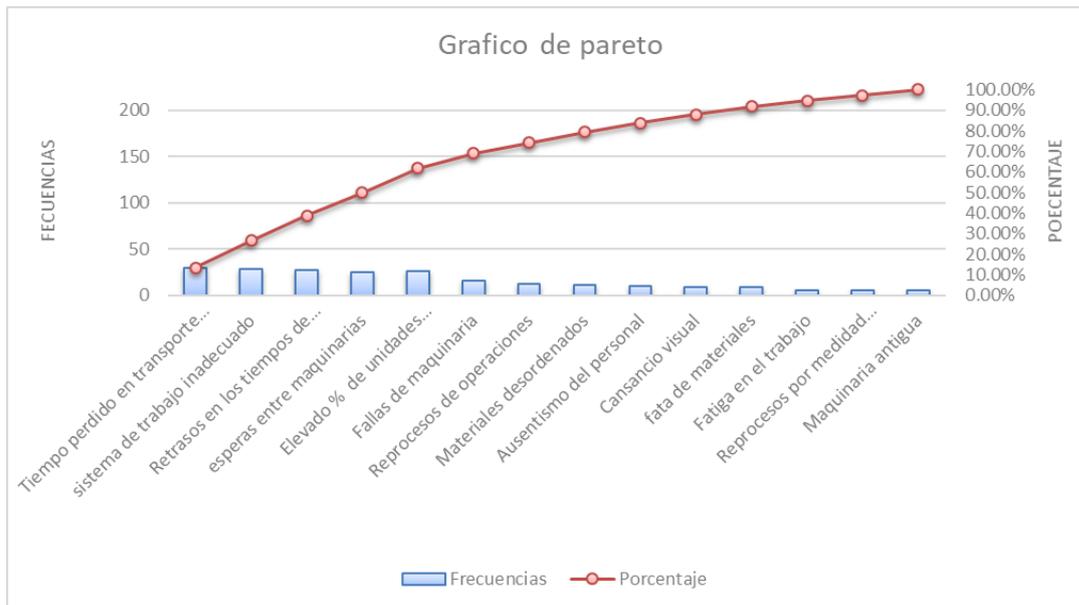


Figura 7. Diagrama de Pareto por causas del problema.

### Anexo 03: Diagrama de Pareto por dimensiones.

Tabla 46. causas por dimensión 6M, para el diagrama de Pareto

descripción	Frecuencia	porcentaje	acumulado	% acumulado
<b>Método</b>	137	61.71%	137	61.71%
<b>Mano de obra</b>	28	12.61%	165	74.32%
<b>Materiales</b>	20	9.01%	185	83.33%
<b>Maquina</b>	22	9.91%	207	93.24%
<b>Medio Ambiente</b>	9	4.05%	216	97.30%
<b>Medida</b>	6	2.70%	222	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>222</b>	<b>100.00%</b>		

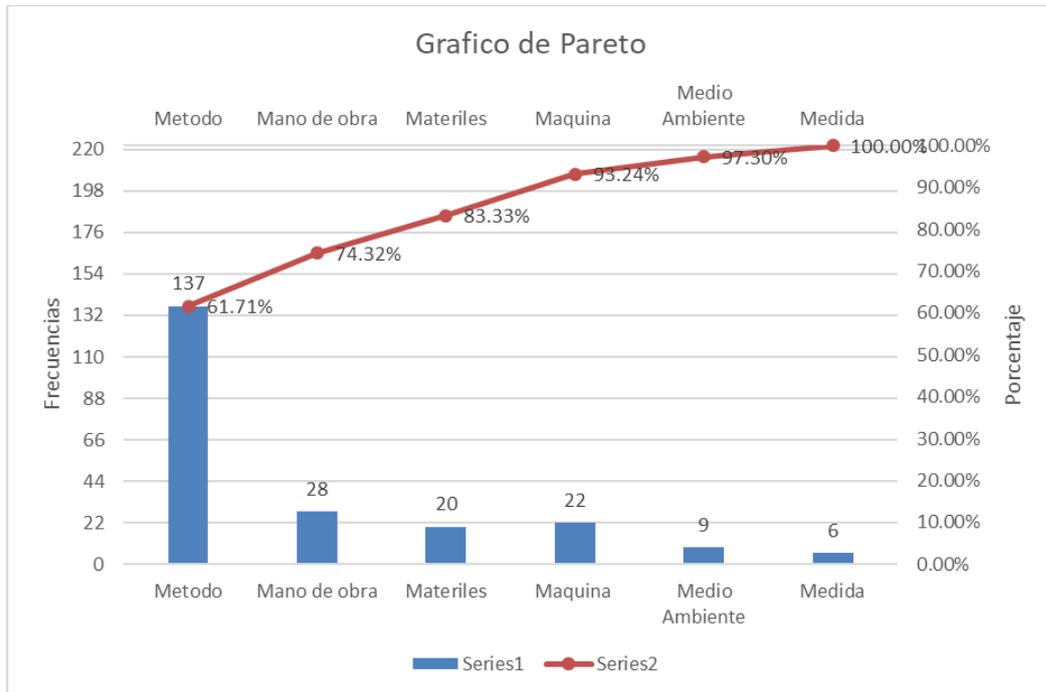


Figura 8. Diagrama de Pareto por dimensión 6M.

## Anexo 04: Organigrama de la empresa y Mapa de procesos.

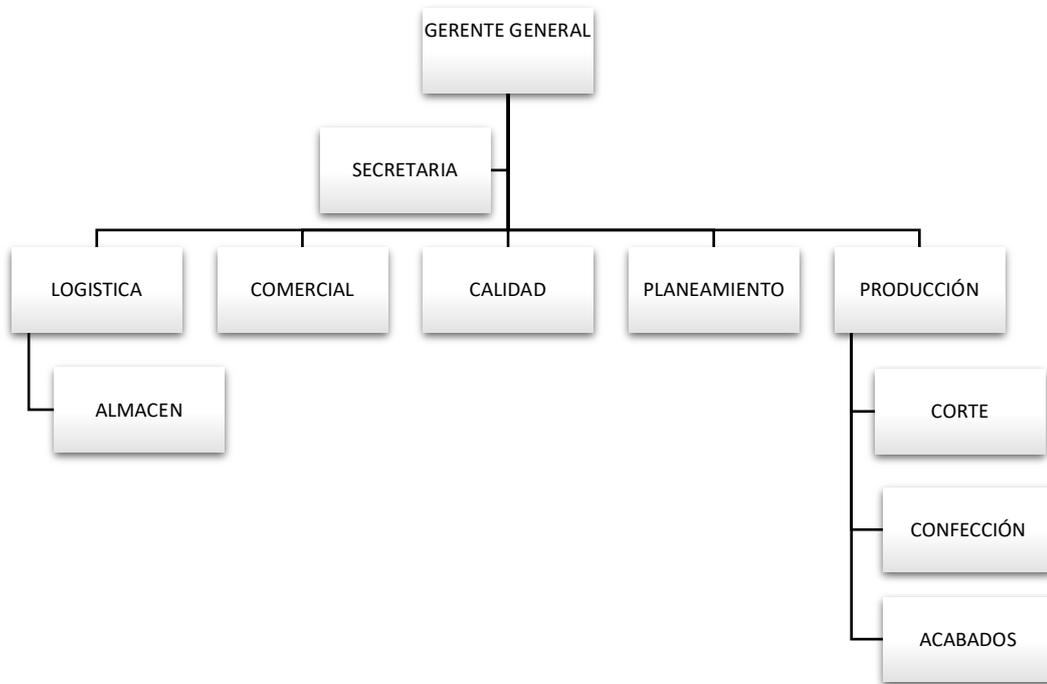


Figura 9. Organigrama de la empresa

### Mapa de procesos de la empresa

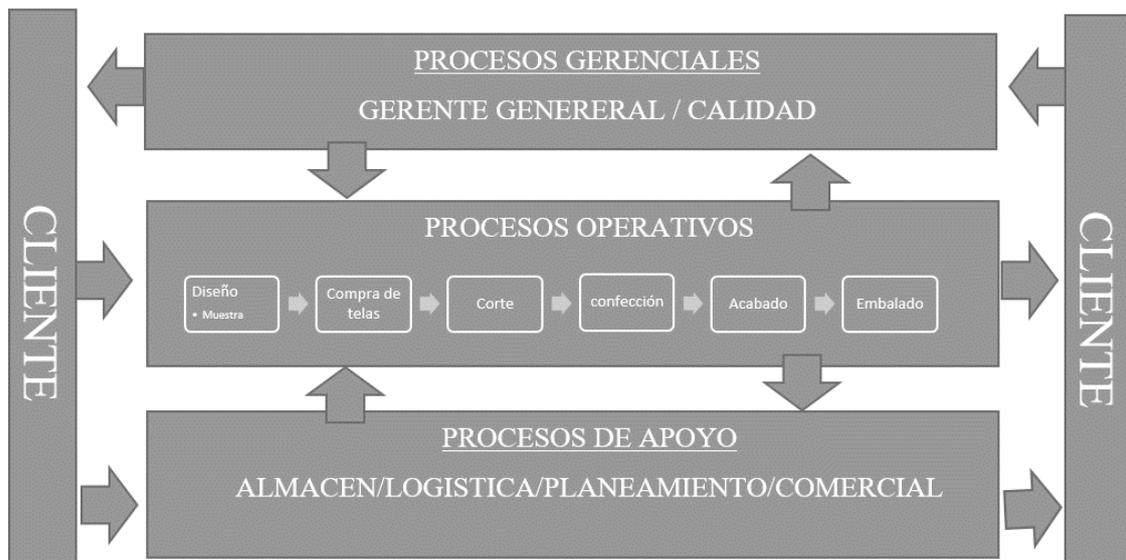
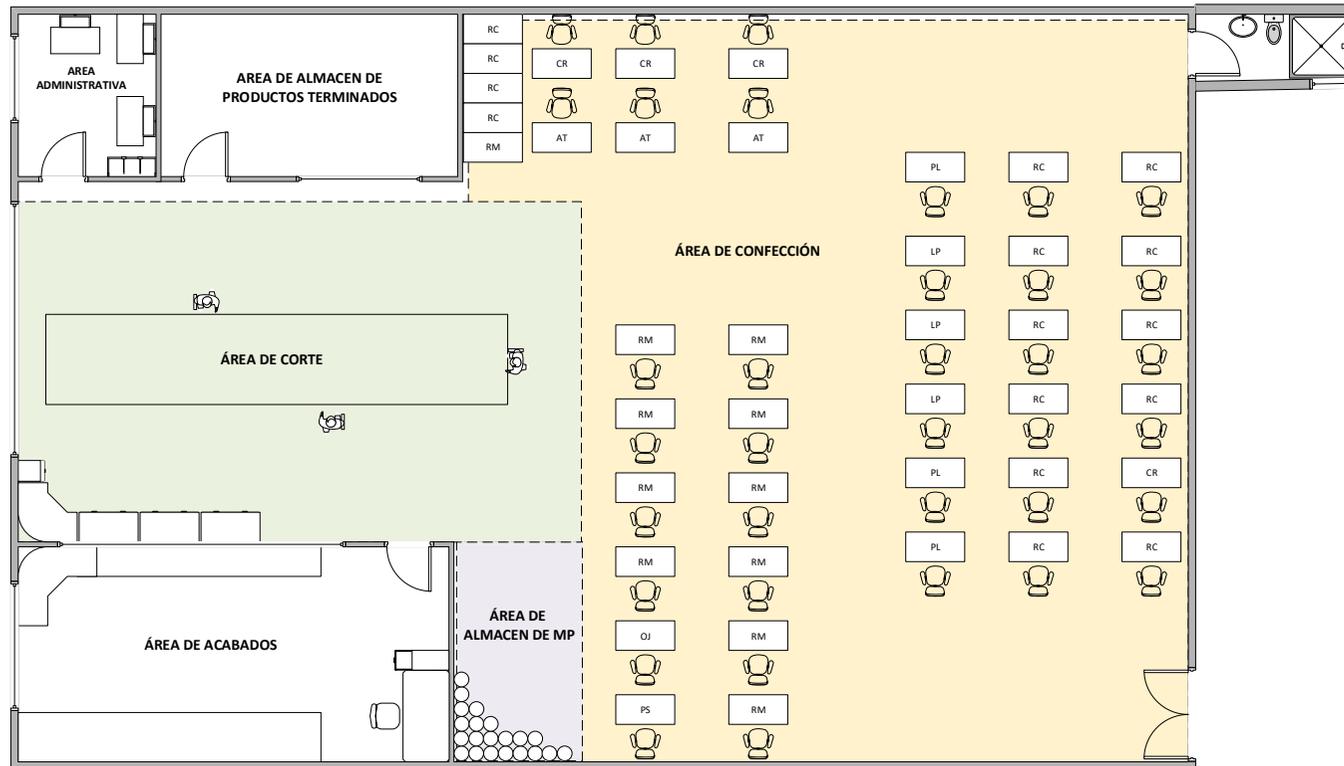


Figura 10. Mapa de procesos de la empresa.

**Anexo 05: layout actual de la empresa.**

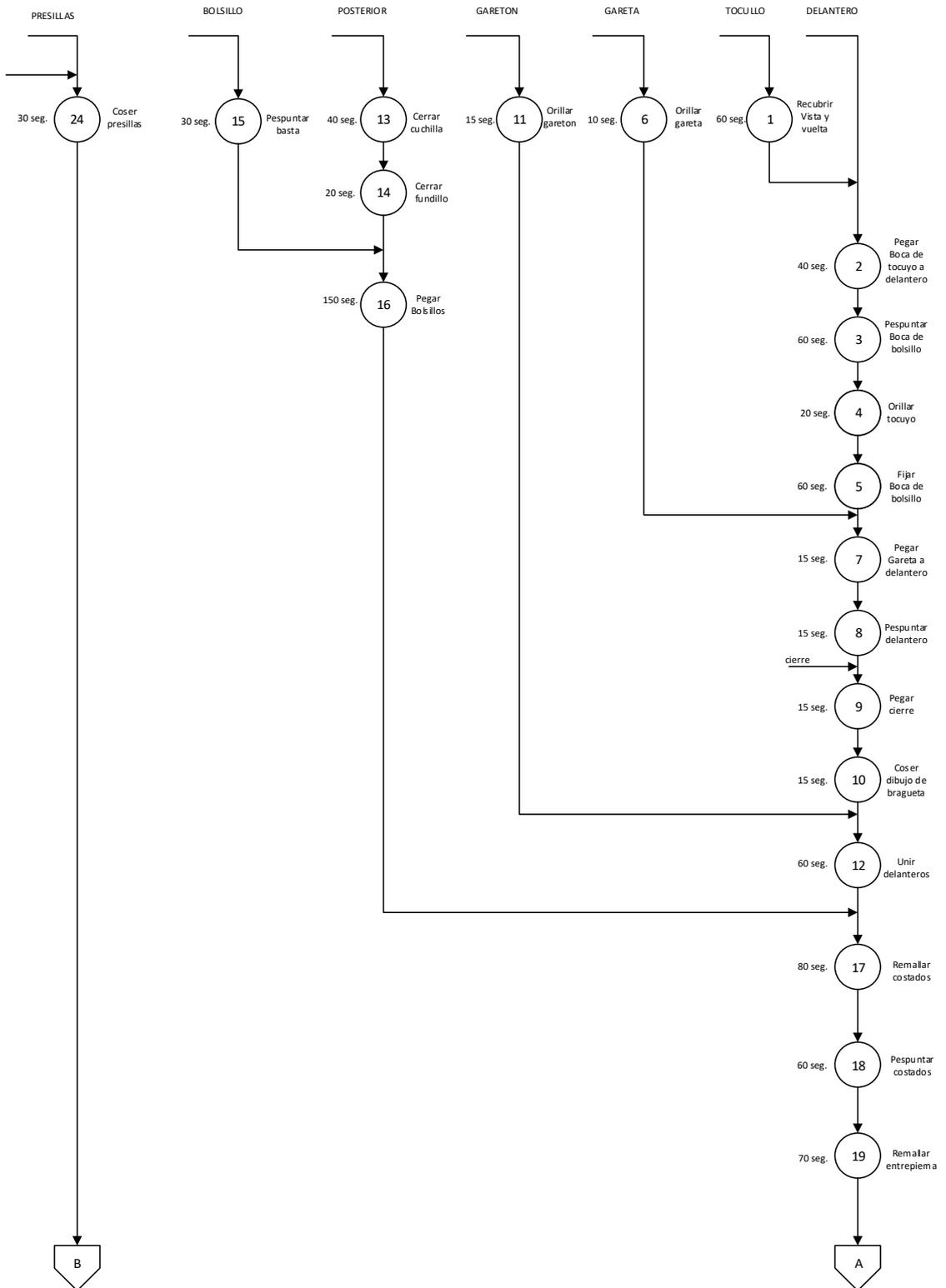


MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA
RECTA	PLANA	REMALLADORA	RECUBRIDORA	CERRADORA	ATRACADORA	
CODIGO	RC	PL	RM	CR	CR	AT
CANTIDAD	16	6	11	2	3	3

Figura 11. Layout actual de la empresa

## Anexo 06: Diagrama de Operaciones.

PROCESO	MANUFACTURA PANTALON INDUSTRIAL	METODO	ACTUAL
INICIO	8 horas	ANALISTA	Luis LLancay Loayza
TERMINO	8.3horas	HOJA N	1 de 2



PROCESO	MANUFACTURA PANTALON INDUSTRIAL	METODO	ACTUAL
INICIO	8 horas	ANALISTA	Luis Llanca y Loayza
TERMINO	8.3horas	HOJA N	2 de 2

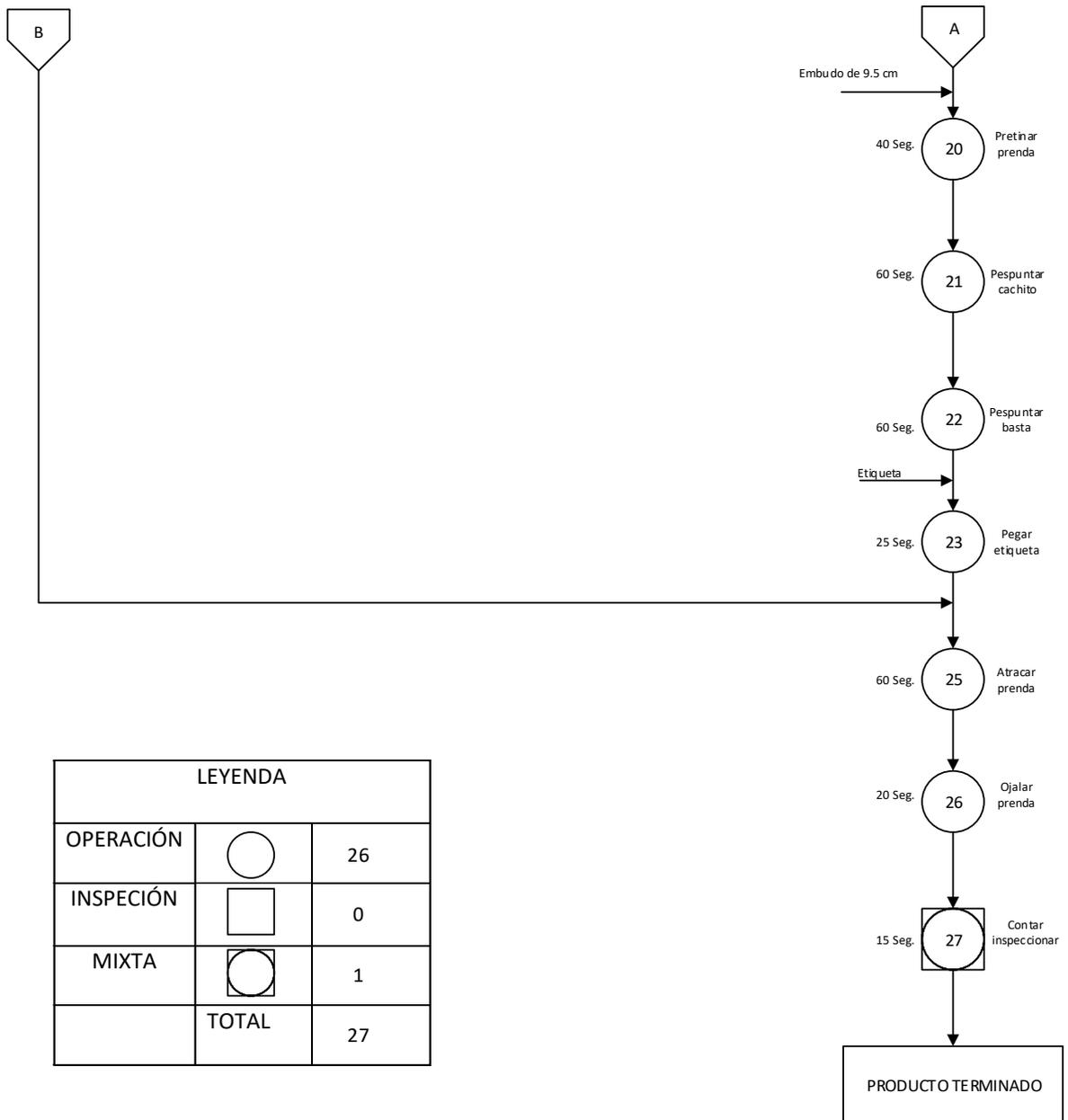


Figura 12. Diagrama de operaciones (DOP) del producto pantalón clásico.

## Anexo 07: DAP del producto pantalón clásico.

Tabla 47. Diagrama de análisis de operaciones (Método actual)

O Método actual	O Método Propuesto	fecha: 03/06/2019	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO
DIAGRAMA N° 1		HOJA NUMERO: 1 DE 1	Página 1 de 1
Descripción de la parte: pantalon modelo clasico			
Descripción de la operación: Confección de prenda			
cantidad: 200 unidades		OPERACIONES	31
		TRANSPORTES	22
LUGAR: AREA DE CONFECCIÓN		INSPECCIONES	2
OPERARIO: PRETEL MENESES YEISON		ALMACEN	2
HECHO POR: LLANCAY LOAYZA LUIS		DEMORA	35
REVISADO POR: RAUL PACIOS CORREA		DISTANCIA (M)	126

OP	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (lote)	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (Min)	○	□	⇨	D	▽	OBSERVACIONES
1	almacen de area de confección	1								
2	recibir y comprobar las piezas según prenda	1		5						inspeccion, conteo y verificación visual de piezas
3	transporte a recubridora	1	6	0.2						
4	recubierto de vista y vuelta a tocullo	1		237.64						se usa 5 hilos y garfio aereo
5	transporte a maquina recta	1	5	0.2						
6	pegar boca de tocullo a delantero	1		129.5						
7	transporte a maquina plana	1	7	0.2						
8	pespuntar boca de bolsillo	1		162.3						
9	transporte a maquina remalladora	1	5	0.2						
10	onillar tocullo	1		53.4						
11	transporte a maquina recta	1	5	0.2						
12	fixar boca de bolsillo	1		160.4						calzar la boca de bolsillo a piquetes de vista
13	transporte a maquina remalladora	1	7	0.2						
14	onillar garetta	1		26.4						3 hilos
15	transportar a maquina recta	1	5	0.2						
16	pegar garetta a delantero	1		44.7						pespunte de 5/16" del borde de pieza
20	pespuntar delantero	1		54.9						pespunte de 5/16" del borde de pieza
21	pegado de cierre a garetta	1		34.0						ingreso de cierre automatico Nº 5
22	transporte a maquina plana	1	4	0.1						
23	coser dibujo de bragueta	1		46.4						costura de fijado de garetta interior
24	transporte a maquina remalladora	1	5	0.2						
25	remallar garetton	1		33.0						3 hilos
26	transporte a maquina plana	1	5	0.2						
27	unir delanteros	1		231.1						se usa prensatela de doble despuste
28	cortado de exedente de garetton y garetta	1		10.0						se usa tijera
29	transporte a maquina cerradora	1	5	0.2						
30	cerrar cuchillas de posterior	1		111.6						usar embudo de cerrado
31	cerrar fundillo	1		77.7						usar embudo de cerrado
32	transporte a maquina plana	1	5	0.2						
33	pespuntar basta de bolsillo	1		96.7						
34	transporte a mesa de preformado	1	7	0.2						
35	prefomar bolsillo posterior	1		60.0						usar molde de preformado
36	transporte a maquina recta	1	5	0.2						
37	pegar bolsillos a posterior	1		566.4						usar prensatela con guia
38	transporte a maquina remalladora	1	3	0.1						
39	remallar costados	1		230.3						se usa 5 hilos con puntada de seguridad
40	transporte maquina recta	1	5	0.2						
41	pespuntado de costados	1		156.7						pespunte de 1/16
42	transporte a maquina remalladora	1	6	0.2						
43	remallar entrepierna de pantalon	1		123.5						se usa 5 hilos con puntada de seguridad
44	transporte a maquina pretinadora	1	7	0.2						
45	pretinar prenda	1		116.4						se usa embudo de 9.5 cm
46	abrir y cortar exedentes	1		30.0						se usa tijera
47	transporte a maquina recta	1	5	0.2						
48	pespuntar cachito	1		159.5						pespunte de 1/16
49	voltear prenda	1		15.0						
50	pespuntar basta	1		160.9						se usa prensatela de basta
51	pegar etiqueta	1		77.9						pespunte de 1/32
52	transporte a maquina recubridora	1	6	0.2						
53	coser presillas	1		54.2						usar embudo de 3 cm
54	cortar presillas	1		10.0						cortar a 9 cm
55	transporte a maquina atracadora	1	8	0.3						
56	atracar presillas	1		178.9						24 puntadas por ciclo
57	transporte a maquina ojaladora	1	5	0.2						
58	ojalar prenda	1		76.9						ojal tipo ojo de chanco
59	contare inspeccionar prenda	1		5.0						
60	transporte a almacen	1	6	0.2						
	total (Min)		127	3540.29						

## Anexo 08: Mapa de flujo de valor actual y Futuro.

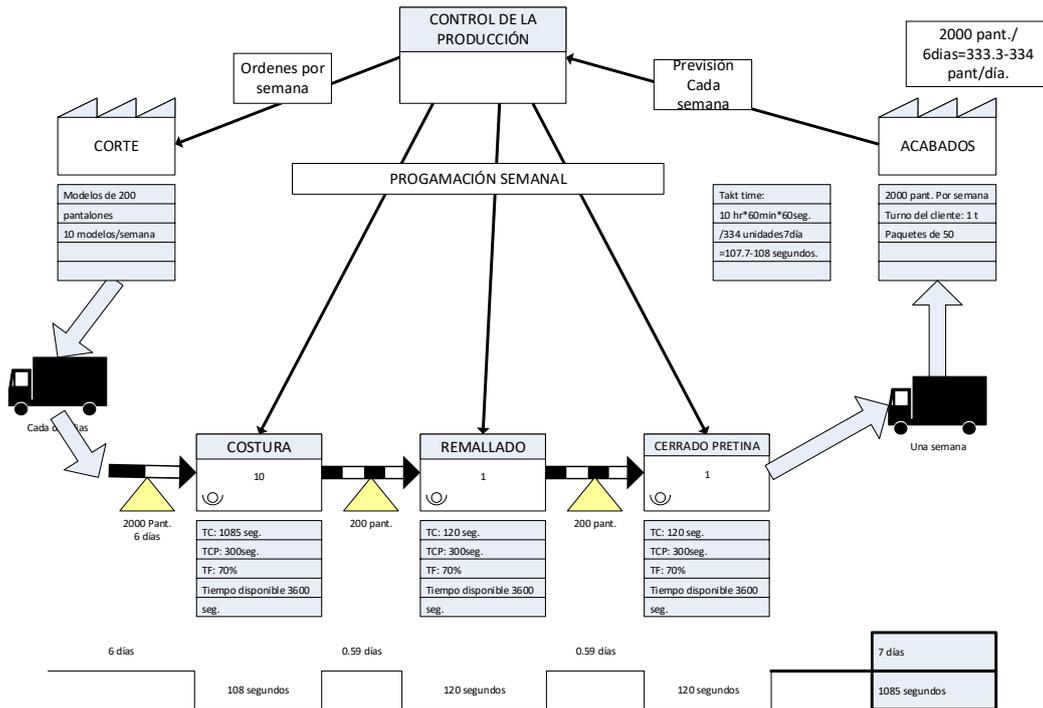


Figura 13. Mapa de flujo de Valor(VSM), Actual.

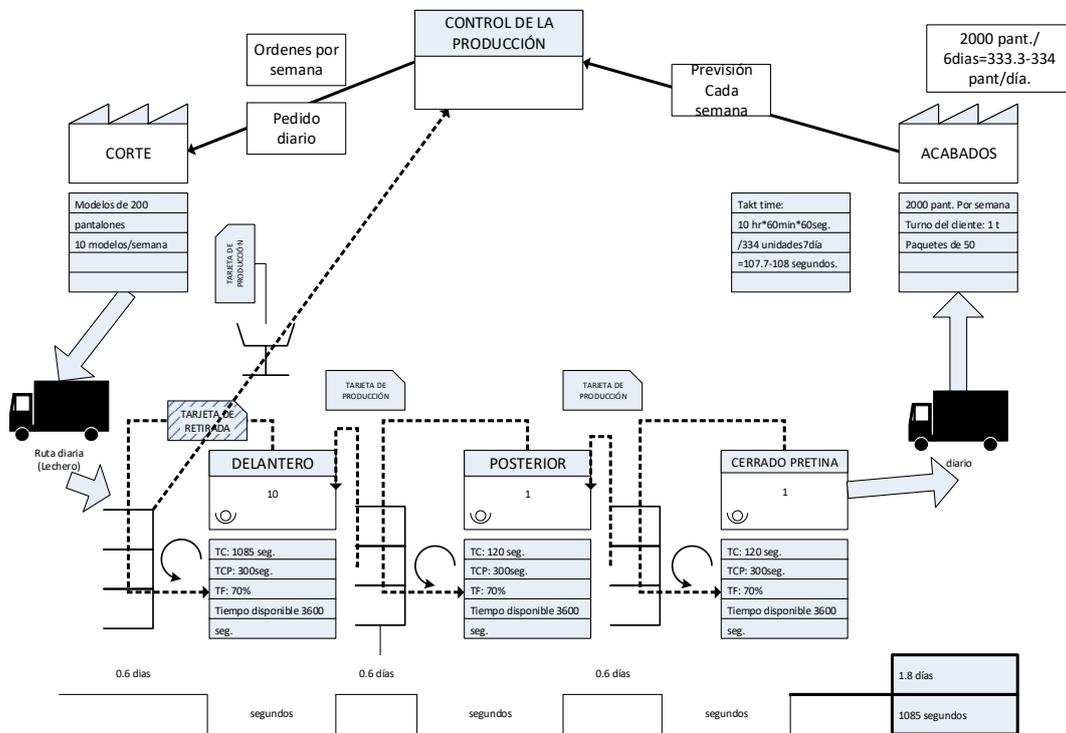


Figura 14. Mapa de flujo de valor (VSM), Futuro.

**Anexo 09: Ficha de recolección de datos para la toma de tiempos.**

*Tabla 48. Formado Toma de tiempo observados.*

FORMATO DE TOMA DE TIEMPOS																						
EMPRESA	LUGUIS E.I.R.L									HOJA											1 DE 1	
AREA	PRODUCCIÓN									CRONOMETRAJE											VUELTA A CERO	
OPERACIÓN	CONFECCIÓN PANTALON CLÁSICO									ANALISTA											LUIS LLANCAY L.	
FECHA	JUNIO-JULIO-AGOSTO																					
N°	ACTIVIDAD	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 11	DÍA 12	DÍA 13	DÍA 14	DÍA 15	DÍA 16	DÍA 17	DÍA 18	DÍA 19	DÍA 20	PROMEDIO
1	recubierto de vista y vuelta a tocuyo	60	60	62	60	65	58	60	60	58	55	60	65	61	58	58	60	60	60	61	60	60.05
2	pegar boca de tocuyo a delantero	35	35	32	33	35	35	36	32	35	35	35	36	37	35	32	35	33	34	35	32	34.35
3	pespuntar boca de bolsillo	43	43	44	41	43	43	43	42	41	41	42	43	43	43	44	42	41	40	40	42	42.20
4	orillar tocuyo	15	14	14	16	13	13	12	15	15	14	15	13	15	14	15	13	15	15	15	12	14.15
5	fijar boca de bolsillo	42	40	41	42	41	40	42	42	43	45	41	42	40	40	43	43	43	42	41	41	41.70
6	orillar garetta	7	8	8	6	7	7	7	7	8	8	7	6	5	7	7	7	6	6	8	8	7.00
7	pegar garetta a delantero	11	12	10	12	11	11	11	12	13	12	10	10	12	11	11	11	12	13	10	11	11.30
8	pespuntar delantero	15	16	14	14	14	13	14	13	13	13	15	15	15	15	16	15	15	15	16	15	14.55
9	pegado de cierre a garetta	8	8	8	8	9	10	10	8	8	9	8	8	9	10	11	10	8	9	8	10	8.85
10	coser dibujo de bragueta	13	12	13	13	13	10	12	13	11	13	13	12	13	12	11	14	12	13	12	11	12.30
11	remallar garetton	9	10	8	8	8	9	9	10	9	8	7	8	9	10	8	8	8	8	7	9	8.50
12	unir delanteros	59	60	60	60	60	60	61	60	60	60	61	62	60	60	60	59	60	59	61	60	60.10
13	cerrar cuchillas de posterior	29	28	29	28	27	28	28	29	29	29	30	31	29	29	28	28	27	30	30	29	28.75
14	cerrar fundillo	20	20	20	20	21	20	19	20	20	21	21	20	20	21	20	21	19	18	19	20	20.00
15	pespuntar basta de bolsillo	26	25	25	24	26	26	26	25	25	25	25	26	24	28	26	25	25	23	23	25	25.15
16	pegar bolsillos a posterior	150	145	150	150	152	148	148	150	148	153	155	156	153	150	150	149	147	150	150	150	150.20
17	remallar costados	60	61	62	60	60	60	61	62	62	62	16	61	61	60	60	59	58	60	60	59	58.20
18	pespuntado de costados	42	41	40	42	41	41	41	43	44	42	40	40	40	42	41	42	42	42	42	43	41.55
19	remallar entrepierna de pantalón	35	35	35	32	32	31	30	39	32	31	32	30	35	31	31	32	30	35	34	33	32.75
20	pretinar prenda	28	29	29	29	29	29	30	32	30	30	31	30	28	28	30	29	29	28	30	30	29.40
21	pespuntar cachito	40	45	43	43	43	43	45	45	45	43	42	40	40	41	41	40	41	41	43	42	42.30
22	pespuntar basta	42	41	41	40	40	42	42	41	43	43	43	45	42	40	41	40	41	42	43	45	41.85
23	pegar etiqueta	21	20	19	22	21	21	21	20	21	21	20	19	21	19	18	19	20	21	19	18	20.05
24	coser presillas	14	13	15	13	14	13	14	15	15	15	13	13	14	15	14	14	15	14	14	15	14.10
25	atracar presillas	45	46	42	43	45	45	46	46	46	48	46	45	43	44	45	46	45	45	46	47	45.20
26	ojar prenda	20	20	21	21	21	23	20	20	19	19	18	18	20	19	18	20	20	20	21	22	20.00

## Anexo 10: Ficha de recolección de datos de recepción y entrega por jornada

Tabla 49. Formato de recepción y entrega por jornada de trabajo (junio, julio y agosto)

FORMATO DE RECEPCION Y ENTREGA DE LOTE POR JORNADA DE TRABAJO (Junio-julio-agosto)																				
Tipo de prenda	Pantalón modelo clásico																			
Tipo de tela	Denin																			
Lote(Unidades/pedido)	200																			
horas de trabajo/día	11																			
Días Trabajados por semana	6 días																			
paradas planificadas (horas/jornada)	1.33																			
Jornada de trabajo(horas)	9.67																			
ORDEN DE PRODUCCIÓN	RN024	RN025	ML019	RN026	EV012	DW036	DW037	DW038	RN030	ML026	ML027	DW045	DW046	DW047	DW049	DW050	DW051	ML028	EV015	EV016
Fecha entrega de lote de producción	03-Jun	04-Jun	10-Jun	11-Jun	17-Jun	22-Jun	28-Jun	05-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	19-Jul	23-Jul	26-Jul	27-Jul	30-Jul	02-Ago	03-Ago	05-Ago
Hora de entrega	09:30	10:06	14:10	19:33	14:10	09:08	14:06	10:02	14:10	09:30	11:30	18:30	14:10	09:00	11:32	18:26	10:03	14:08	19:42	16:30
Fecha de término de jornada de trabajo	04-Jun	05-Jun	11-Jun	12-Jun	18-Jun	24-Jun	29-Jun	16-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	15-Jul	20-Jul	24-Jul	27-Jul	29-Jul	31-Jul	03-Ago	05-Ago	06-Ago
tiempo de producción por jornada de trabajo (horas)	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67
Producción total por lote de producción(lote /jornada)	0.85	0.83	0.8	0.86	0.86	0.92	0.82	0.89	0.86	0.86	0.9	0.89	0.85	0.84	0.86	0.85	0.89	0.86	0.86	0.83

## Anexo 11: Ficha de recolección de datos de recepción y entrega por jornada

Tabla 50. Formato de recepción y entrega por jornada de trabajo (septiembre y octubre)

FORMATO DE RECEPCION Y ENTREGA DE LOTE POR JORNADA DE TRABAJO (setiembre-octubre)																				
Tipo de prenda	Pantalón modelo clásico																			
Tipo de tela	Denin																			
Lote(Unidades/pedido)	200																			
horas de trabajo/día	11																			
Días Trabajados por semana	6 días																			
paradas planificadas (horas/jornada)	1.33																			
Jornada de trabajo(horas)	9.67																			
ORDEN DE PRODUCCIÓN	RN026	RN027	ML020	RN028	EV015	DW037	DW038	DW039	RN029	ML026	ML022	DW042	DW051	DW052	DW053	DW054	DW055	ML023	EV016	EV017
Fecha entrega de lote de producción	06-set	10-set	12-set	13-set	16-set	19-set	20-set	23-set	24-set	01-oct	02-oct	03-oct	05-oct	07-oct	08-oct	09-oct	10-oct	14-oct	23-oct	24-oct
Hora de entrega	09:30	10:06	14:10	19:33	14:10	09:08	14:06	10:02	14:10	09:30	11:30	18:30	14:10	09:00	11:32	18:26	10:03	14:08	19:42	16:30
Fecha de término de jornada de trabajo	07-set	11-set	13-set	14-set	17-set	20-set	21-set	24-set	24-set	02-oct	03-oct	04-oct	07-oct	08-oct	09-oct	10-oct	11-oct	15-oct	24-oct	25-oct
tiempo de producción por jornada de trabajo (horas)	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67	9.67
Producción total por lote de producción(lote /jornada)	0.85	0.83	0.8	0.86	0.86	0.92	0.82	0.89	0.86	0.86	0.9	0.89	0.85	0.84	0.86	0.85	0.89	0.86	0.86	0.83

**Anexo 12: ficha resumen de recolección de datos para el cálculo de capacidad disponible. (septiembre y octubre)**

*Tabla 51. Formato resumen para cálculo de capacidad post.*

FORMATO RESUMEN PARA CALCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE, UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA (SEPTIEMBRE Y OCTUBRE)												
Área: Confección												
Cantidad de Lote de producción: 200 unidades												
Nº	OP	Nº Operarios	tiempo Estándar (horas)	Jornada de trabajo (horas)	Capacidad diseñada(lote/jornada)	Eficiencia	Capacidad Efectiva (lote/jornada)	Capacidad Real(lote/jornada)	Utilización	Eficiencia	capacidad disponible (hora/jornada)	% jornada de trabajo
1	RN026	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.86	84%	99%	8.03	83%
2	RN027	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.85	83%	98%	7.85	81%
3	ML020	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.84	82%	97%	7.66	79%
4	RN028	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.88	86%	101%	8.41	87%
5	DW037	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.87	85%	100%	8.22	85%
6	DW038	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.85	83%	98%	7.85	81%
7	DW039	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.86	84%	99%	8.03	83%
8	RN029	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.84	82%	97%	7.66	79%
9	ML022	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.87	85%	100%	8.22	85%
10	DW042	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.86	84%	99%	8.03	83%
11	DW051	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.90	88%	103%	8.80	91%
12	DW042	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.87	85%	100%	8.22	85%
13	DW051	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.88	86%	101%	8.41	87%
14	DW052	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.85	83%	98%	7.85	81%
15	DW053	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.88	86%	101%	8.41	87%
16	DW054	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.91	89%	105%	8.99	93%
17	DW055	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.89	87%	102%	8.60	89%
18	ML023	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.87	85%	100%	8.22	85%
19	EV016	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.86	84%	99%	8.03	83%
20	EV017	6	56.68	9.67	1.02	85%	0.87	0.88	86%	101%	8.41	87%

**Anexo 13: ficha resumen de recolección de datos para el cálculo de capacidad disponible. (junio, julio y agosto)**

*Tabla 52. Formato resumen para el cálculo de capacidad pre.*

FORMATO RESUMEN PARA CALCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE, UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA.(JUNIO,JULIO Y AGOSTO)												
AREA: CONFECCIÓN												
Nº	OP	Nº Operarios	tiempo Estándar (horas)	Jornada de trabajo (horas)	Capacidad diseñada(lote/jornada)	Eficiencia	Capacidad Efectiva (lote/jornada)	Capacidad Real(lote/jornada)	Utilización	Eficiencia	capacidad disponible (hora/jornada)	% de jornada de trabajo
1	RN024	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.85	71%	84%	5.76	60%
2	RN025	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.87	73%	86%	6.04	62%
3	ML019	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.88	74%	87%	6.18	64%
4	RN026	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
5	EV012	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
6	DW036	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.91	76%	90%	6.61	68%
7	DW037	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.82	69%	81%	5.36	55%
8	DW038	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.89	75%	88%	6.32	65%
9	RN030	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
10	ML026	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
11	ML027	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.90	75%	89%	6.46	67%
12	DW045	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.89	75%	88%	6.32	65%
13	DW046	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.85	71%	84%	5.76	60%
14	DW047	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.84	70%	83%	5.63	58%
15	DW049	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
16	DW050	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.85	71%	84%	5.76	60%
17	DW051	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.89	75%	88%	6.32	65%
18	ML028	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
19	EV015	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.86	72%	85%	5.90	61%
20	EV016	7	56.68	9.67	1.19	85%	1.02	0.83	70%	82%	5.50	57%

# Anexo 14: Certificados de Validez de contenido del instrumento que mide.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**  
**Manufactura celular en una empresa de confección textil para incrementar la capacidad de producción, la Victoria, 2019.**

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: <b>Manufactura celular</b>	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
1	DIMENSION 1: Tiempo de ciclo planificado $TPC = Takt\ time * (\% \text{ de paradas no planificadas})$ 100	Si	No	Si	No
2	DIMENSION 2: Estudio de tiempos $Tiempo\ estándar = T_o + V_a * (1 + S)$	Si	No	Si	No
2	DIMENSION 3: Contenido total del trabajo CTT $CTT = \sum Andar + \sum TMP + \sum TMS + \sum T\ Frecuencial$	Si	No	Si	No
3	VARIABLE DEPENDIENTE: <b>Capacidad disponible</b>	Si	No	Si	No
	DIMENSION 1: Utilización $Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño}$	Si	No	Si	No
4	DIMENSION 2: Eficiencia $Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva}$	Si	No	Si	No

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable**  **Aplicable después de corregir**  **No aplicable**

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: Fante Salazar, Juan Francisco DNI: \_\_\_\_\_  
 Especialidad del validador: Investigación

Lima 03 de Diciembre de 2018

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 \*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 \*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

Firma del Experto Informante: \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**  
**Manufactura celular en una empresa de confección textil para incrementar la capacidad de producción, la Victoria, 2019.**

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: <b>Manufactura celular</b>	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
1	DIMENSION 1: Tiempo de ciclo planificado $TPC = Takt\ time * (\% \text{ de paradas no planificadas})$ 100	Si	No	Si	No
2	DIMENSION 2: Estudio de tiempos $Tiempo\ estándar = T_o + V_a * (1 + S)$	Si	No	Si	No
2	DIMENSION 3: Contenido total del trabajo CTT $CTT = \sum Andar + \sum TMP + \sum TMS + \sum T\ Frecuencial$	Si	No	Si	No
3	VARIABLE DEPENDIENTE: <b>Capacidad disponible</b>	Si	No	Si	No
	DIMENSION 1: Utilización $Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño}$	Si	No	Si	No
4	DIMENSION 2: Eficiencia $Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva}$	Si	No	Si	No

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable**  **Aplicable después de corregir**  **No aplicable**

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: Alvarado, Carlos DNI: \_\_\_\_\_  
 Especialidad del validador: Investigación

Lima 3 de Noviembre de 2018

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 \*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 \*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

Firma del Experto Informante: \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**  
**Manufactura celular en una empresa de confección textil para incrementar la capacidad de producción, la Victoria, 2019.**

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: <b>Manufactura celular</b>	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
1	DIMENSION 1: Tiempo de ciclo planificado $TPC = Takt\ time * (\% \text{ de paradas no planificadas})$ 100	Si	No	Si	No
2	DIMENSION 2: Estudio de tiempos $Tiempo\ estándar = T_o + V_a * (1 + S)$	Si	No	Si	No
2	DIMENSION 3: Contenido total del trabajo CTT $CTT = \sum Andar + \sum TMP + \sum TMS + \sum T\ Frecuencial$	Si	No	Si	No
3	VARIABLE DEPENDIENTE: <b>Capacidad disponible</b>	Si	No	Si	No
	DIMENSION 1: Utilización $Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño}$	Si	No	Si	No
4	DIMENSION 2: Eficiencia $Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva}$	Si	No	Si	No

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable**  **Aplicable después de corregir**  **No aplicable**

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: Alvarado, Carlos DNI: \_\_\_\_\_  
 Especialidad del validador: Investigación

Lima 05 de Diciembre de 2018

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 \*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 \*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

Firma del Experto Informante: \_\_\_\_\_

## **Anexo15: Resultado de similitud con el programa turnitin**

Figura 15. Captura de pantalla del resultado de similitud con el programa Turnitin (03/02/2021).

## Anexo 17: DAP del producto pantalón clásico.

Tabla 53. Diagrama de análisis de operaciones (Método propuesto)

O Método actual O Método Propuesto		fecha: 01/10/2019	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO			
DIAGRAMA N° 2		HOJA NUMERO: 1 DE 1	Pagina 1 de 1			
Descripción de la parte: pantalón modelo clásico						
Descripción de la operación: Confección de prenda						
cantidad: 200 unidades		OPERACIONES		31		
		TRANSPORTES		22		
LUGAR: ÁREA DE CONFECCIÓN		INSPECCIONES		2		
OPERARIO: PRETEL MENESES YEISON		ALMACEN		2		
HECHO POR: LLANCAY LOAYZA LUIS		DEMORA		35		
REVISADO POR: RAUL PACIOS CORREA		DISTANCIA (M)		126		
OP	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (lote)	DISTANCIA (METROS)	TIEMPO (Min)	○ □ ↗ D ▽	OBSERVACIONES
1	almacén de área de confección	1				
2	recibir y comprobar las piezas según prenda	1		5		inspección, conteo y verificación visual de piezas
3	transporte a recubridora	1	1	0.03		
4	recubrimiento de vista y vuelta a tocillo	1		237.64		se usa 5 hilos y gráfico aereo
5	transporte a máquina recta	1	2	0.1		
6	pegar boca de tocillo de la nte ro	1		129.5		
7	transporte a máquina plana	1	2	0.1		
8	pes puntar boca de bolsillo	1		162.3		
9	transporte a máquina remalladora	1	1	0.0		
10	orillar tocillo	1		53.4		
11	transporte a máquina recta	1	2	0.1		
12	fixar boca de bolsillo	1		160.4		calzar la boca de bolsillo a piquetes de vista
13	transporte a máquina remalladora	1	2	0.1		
14	orillar garetta	1		26.4		3 hilos
15	transporte a máquina recta	1	2	0.1		
16	pegar garetta a la nte ro	1		44.7		pes punte de 5/1 6° del borde de pieza
20	pes puntar de la nte ro	1		54.9		pes punte de 5/1 6° del borde de pieza
21	pegado de cierre a garetta	1		34.0		ingreso de cierre automatico N° 5
22	transporte a máquina plana	1	2	0.1		
23	coser dibujo de bragueta	1		46.4		costura de fijado de garetta interior
24	transporte a máquina remalladora	1	3	0.1		
25	remalla garetton	1		33.0		3 hilos
26	transporte a máquina plana	1	1	0.0		
27	unir de lante ros	1		231.1		se usa prensate la de doble des punte
28	cortado de exedente de garetton y garetta	1		10.0		se usa tijera
29	transporte a máquina ce rradora	1	2	0.1		
30	ce rrar cucuillas de poste rior	1		111.6		usa re mbudo de ce rrado
31	ce rrar fundillo	1		77.7		usa re mbudo de ce rrado
32	transporte a máquina plana	1	1	0.0		
33	pes puntar basta de bolsillo	1		96.7		
34	transporte a mesa de preformado	1	2	0.1		
35	preformar bolsillo poste rior	1		60.0		usa r molde de preformado
36	transporte a máquina recta	1	3	0.1		
37	pegar bolsillos a poste rior	1		566.4		usa r prensate la conguia
38	transporte a máquina remalladora	1	2	0.1		
39	remalla rcostados	1		230.3		se usa 5 hilos con puntada de seguridad
40	transporte máquina recta	1	3	0.1		
41	pes puntado de costados	1		156.7		pes punte de 1/1 6
42	transporte a máquina remalladora	1	2	0.1		
43	remalla re ntre pierna de pantalón	1		123.5		se usa 5 hilos con puntada de seguridad
44	transporte a máquina pretinadora	1	3	0.1		
45	pretina r prenda	1		116.4		se usa e mbudo de 9.5 cm
46	abrir y corta re xedentes	1		30.0		se usa tijera
47	transporte a máquina recta	1	3	0.1		
48	pes puntar cachito	1		159.5		pes punte de 1/1 6
49	voltear prenda	1		15.0		
50	pes puntar basta	1		160.9		se usa prensate la de basta
51	pegar e tiqueta	1		77.9		pes punte de 1/32
52	transporte a máquina recubridora	1	2	0.1		
53	coser presillas	1		54.2		usa re mbudo de 3 cm
54	cortar presillas	1		10.0		cortara 9 cm
55	transporte a máquina atracadora	1	3	0.1		
56	atraca r presillas	1		178.9		24 puntadas por ciclo
57	transporte a máquina ojadora	1	2	0.1		
58	ojalar prenda	1		76.9		oja l tipo ojo de chanchó
59	contar e inspeccionar prenda	1		5.0		
60	transporte a almacén	1	3	0.1		
total (Min)			49	3537.69		

## Anexo 18: Autorización de la empresa

Lima, 15 de abril del 2021

### AUTORIZACIÓN

Señores:

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

Escuela de Ingeniería Industrial

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN**

Estimado,

Yo, LUCIO LLANCAY QUISPE, identificado con DNI 23828427, en mi calidad de representante legal de la empresa **CONFECCIONES INDUSTRIALES LUGUIS E.I.R.L.**, autorizo a LUIS CARLIN LLANCAY LOAYZA, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo-Sede Lima Este, a utilizar información del área en estudio en las instalaciones de la empresa para el desarrollo de su proyecto de tesis denominado "Manufactura celular para incrementar la capacidad disponible en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019".

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,

CONFECCIONES INDUSTRIALES LUGUIS

*Lucio Llanca y Q.*  
GERENTE

## Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo **LLancay Loayza Luis Carlin**, egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Tesis titulado: “**Manufactura celular para incrementar la capacidad disponible en el área de producción de la empresa de confección textil, LUGUIS E.I.R.L, la Victoria, 2019.**”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 03 de febrero de 2021

Apellidos y Nombres del Autor LLancay Loayza, Luis Carlin	
DNI: 46390673	Firma 
ORCID: 0000-0002-7074-8810	