

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA EN EL TIEMPO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA MYPE DE CONFECCIÓN DE PANTALONES MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE UN ESTÁNDAR DE TRABAJO Y REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

Branco Fharid De la Cruz Naupa

Código 20152889

Asesor

Victor Ricardo Agama Anduaga

Lima – Perú

Mayo de 2025

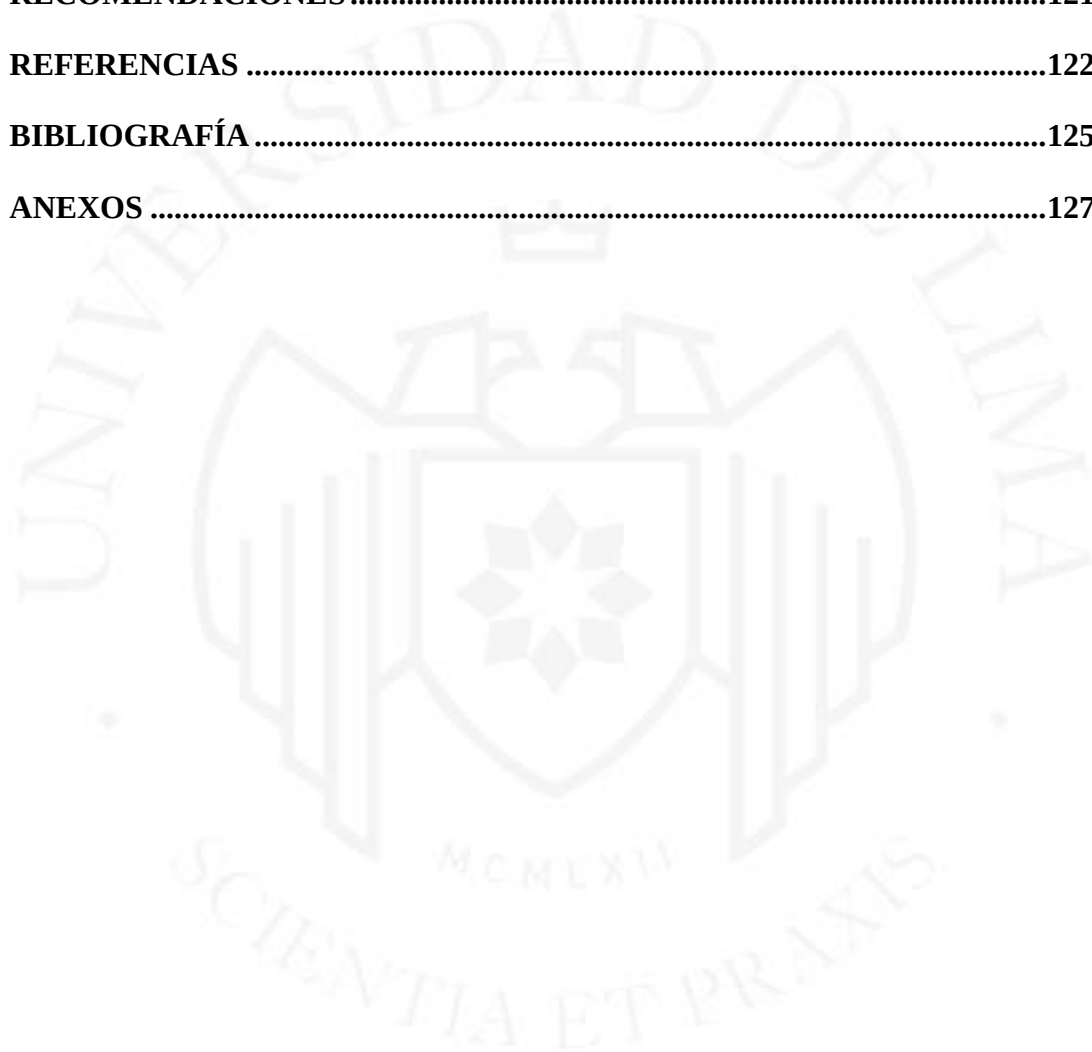
**IMPROVEMENT IN THE MANUFACTURING
PROCESS TIME FOR A TROUSER
PRODUCING SME BY THE
DETERMINATION OF WORK STANDARDS
AND PLANT LAYOUT REDESIGN**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Problema de investigación.....	1
1.2 Variables de la investigación.....	3
1.2.1 Variables independientes	3
1.2.2 Variables dependientes.....	4
1.3 Justificación de la investigación	6
1.3.1 Justificación técnica	6
1.3.2 Justificación económica	6
1.3.3 Justificación social y ambiental	7
1.4 Tipo de investigación.....	7
1.4.1 Técnica	8
1.4.2 Instrumento	8
1.4.3 Recopilación de datos	8
1.5 Objetivos de la investigación.....	8
1.6 Hipótesis de la investigación	9
CAPÍTULO II: SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	10
2.1 Antecedentes de la empresa u organización en estudio.....	10
2.1.1 Presentación de la empresa y reseña histórica	10
2.1.2 Análisis de la organización y estructura organizacional	11
2.1.3 Descripción de los productos	12
2.1.4 Descripción del mercado objetivo de la empresa.....	14

2.1.5	Estrategia general de la empresa	14
2.2	Objetivo general del proyecto.....	14
2.3	Restricciones y limitaciones del proyecto	14
2.4	Diagrama de Gantt del proyecto de mejora	15
2.5	Análisis y evaluación de indicadores (KPIs) de la organización.....	15
2.5.1	Identificación y descripción general de los procesos claves.....	15
2.5.2	Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos clave	19
2.6	Determinación del problema en estudio	23
2.6.1	Determinación de posibles oportunidades de mejora.....	23
2.6.2	Selección del sistema o proceso a mejorar.....	29
2.7	Determinación de las causas raíz.....	30
2.8	Planteamiento de los objetivos específicos	38
2.9	Revisión de la Literatura.....	39
2.10	Normas y estándares aplicables	43
CAPÍTULO III: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....		44
3.1	Vinculación de las causas raíz con las herramientas de solución seleccionadas	44
3.2	Diseño macro de la propuesta de solución	51
3.3	Diseño detallado de la propuesta de solución.....	53
3.4	Aplicación de Normas y estándares de Ingeniería finales requeridos para el Diseño	98
3.5	Resultados esperados (Dashboard de indicadores) e impactos esperados....	102
3.6	Presupuesto de implementación de la mejora.....	103
3.7	Cronograma de implementación de la propuesta de mejora.....	103
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		105
4.1	Descripción del método de validación.....	105

4.2	Validación funcional y discusión de resultados	110
4.3	Validación económica y discusión de resultados	112
4.4	Evaluación social	115
4.5	Evaluación ambiental	116
CONCLUSIONES		119
RECOMENDACIONES		121
REFERENCIAS		122
BIBLIOGRAFÍA		125
ANEXOS		127



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Utilización de maquinaria de la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C.	2
Tabla 1.2 Cantidad de defectuosos por trimestre.....	3
Tabla 1.3 Variables independientes e indicadores.....	3
Tabla 1.4 Variables dependientes e indicadores.....	4
Tabla 2.1 Número de accidentes en la planta de confecciones de Estilos y Colores S.A.C.....	27
Tabla 2.2 Escala de impacto del problema	29
Tabla 2.3 Matriz para seleccionar el problema principal.....	30
Tabla 2.4 Porcentajes del tiempo de paro de máquina con respecto al T.E.....	31
Tabla 2.5 Porcentajes del tiempo por errores de costura con respecto al T.E.	31
Tabla 2.6 Porcentajes del tiempo por demora en la costura con respecto al T.E.	32
Tabla 2.7 Tabla de frecuencias	36
Tabla 2.8 Tabla de impactos	36
Tabla 2.9 Análisis de la criticidad de las causas.....	37
Tabla 3.1 Propuestas de solución.....	47
Tabla 3.2 Escala de puntuación de los criterios de evaluación.....	48
Tabla 3.3 Matriz de enfrentamiento de criterios de evaluación.....	49
Tabla 3.4 Ranking de factores	50
Tabla 3.5 Vinculación de causa raíz con solución seleccionada	51
Tabla 3.6 Maquinaria utilizada	55
Tabla 3.7 Secuencia de operaciones actual.....	55
Tabla 3.8 Tasa de producción antes de la implementación de la mejora.....	57

Tabla 3.9 Eficiencia de la forma de producción actual.....	57
Tabla 3.10 Eficacia de la producción actual	58
Tabla 3.11 Técnica del interrogatorio	59
Tabla 3.12 Lecturas de nuevas operaciones propuesta	62
Tabla 3.13 Cálculo de variación de las operaciones propuesta con las actuales	62
Tabla 3.14 Secuencia de operaciones mejorada	63
Tabla 3.15 Balance de línea	66
Tabla 3.16 Cálculo de número de operarios por estación.....	68
Tabla 3.17 Maquinaria a utilizar en la línea	68
Tabla 3.18 Cálculo de superficie requerida en la planta por método de Guerchet	71
Tabla 3.19 Escala de valores para la proximidad	73
Tabla 3.20 Lista de razones de proximidad	73
Tabla 3.21 Tabla de identificación de actividades.....	75
Tabla 3.22 Tabla de código de las proximidades.....	75
Tabla 3.23 Distribución actual por piso	77
Tabla 3.24 Leyenda de la distribución de planta propuesta.....	82
Tabla 3.25 Distribución de planta propuesta	82
Tabla 3.26 Matriz de carga de la distribución actual	91
Tabla 3.27 Matriz de distancia de la distribución actual	91
Tabla 3.28 Matriz de esfuerzos de la distribución actual	91
Tabla 3.29 Matriz de carga de distribución propuesta.....	95
Tabla 3.30 Matriz de distancia de distribución propuesta	95
Tabla 3.31 Matriz de esfuerzos de distribución propuesta	95
Tabla 3.32 Formato de perfil del puesto	96
Tabla 3.33 Principales funciones del puesto.....	97

Tabla 3.34 Presupuesto de implementación de la mejora.....	103
Tabla 4.1 Distribución de operarios en simulación	106
Tabla 4.2 Propuesta adicional.....	110
Tabla 4.3 Flujo económico de la implementación de la solución.....	112
Tabla 4.4 Cálculo de la tasa del costo de oportunidad (COK)	113
Tabla 4.5 Indicadores de evaluación económica	113
Tabla 4.6 Resultados de mejoras	115
Tabla 4.7 Escala de frecuencia de aspectos ambientales	116
Tabla 4.8 Escala de gravedad de aspectos ambientales	116
Tabla 4.9 Escala de probabilidad de aspectos ambientales	117
Tabla 4.10 Matriz de impactos ambientales	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Organigrama de la empresa Estilos y Colores S.A.C.....	12
Figura 2.2 Pantalón de la marca Opus Jeans de Estilos y Colores S.A.C.....	13
Figura 2.3 Pantalón con hang tag y embolsado de la marca Opus Jeans.....	13
Figura 2.4 Diagrama de Gantt del desarrollo de la investigación.....	15
Figura 2.5 Mapa de procesos de Estilos y Colores S.A.C.	19
Figura 2.6 Foto de maquinaria inutilizada en el área de corte (cuarto piso).....	23
Figura 2.7 Diagrama de Análisis del proceso actual (1 de 2).....	24
Figura 2.8 Diagrama de Análisis del proceso actual (2 de 2).....	25
Figura 2.9 Diagrama de recorrido actual (1 de 3).....	25
Figura 2.10 Diagrama de recorrido actual (2 de 3).....	26
Figura 2.11 Diagrama de recorrido actual (3 de 3).....	26
Figura 2.12 Foto de estante de insumos y herramientas en el área de acabados (tercer piso)	28
Figura 2.13 Foto de estante de herramientas en la oficina de gerencia (tercer piso).....	29
Figura 2.14 Porcentajes promedio de los subproblemas.....	32
Figura 2.15 Diagrama de Pareto de los subproblemas.....	33
Figura 2.16 Diagrama de Ishikawa	34
Figura 2.17 Diagrama de Ishikawa	35
Figura 2.18 Diagrama de Pareto de causas raíz	37
Figura 2.19 Árbol del problema.....	38
Figura 3.1 Mapa de procesos del desarrollo de la propuesta de solución.....	52
Figura 3.2 Carátula de ficha técnica de especificaciones para pantalones de french terry en la empresa Estilos y Colores S.A.C.	53

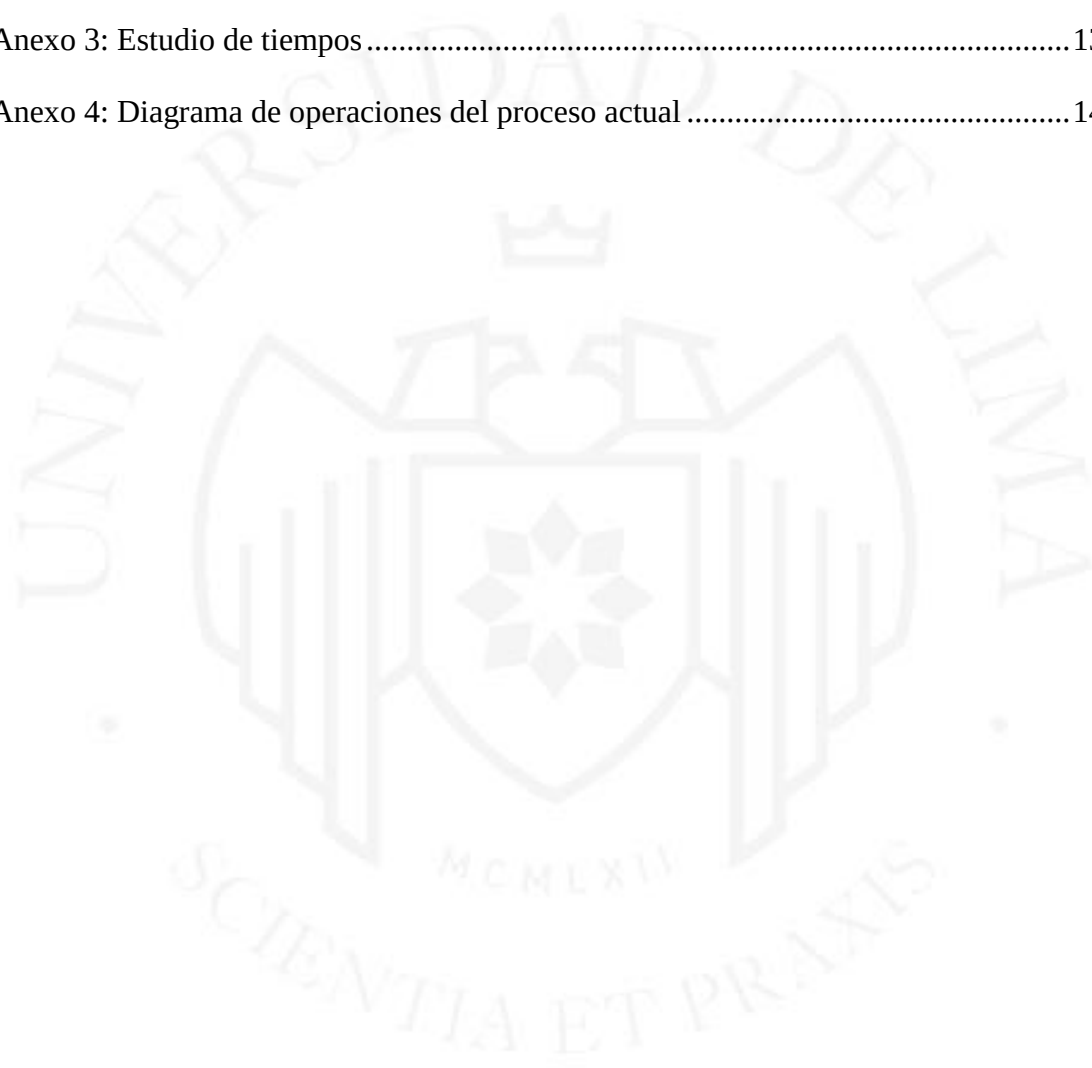
Figura 3.3 Diagrama de operaciones del proceso propuesto	64
Figura 3.4 Diagrama de precedencia del proceso mejorado	65
Figura 3.5 Layout propuesto para línea de producción	68
Figura 3.6 Análisis relacional	74
Figura 3.7 Diagrama relacional de actividades.....	76
Figura 3.8 Distribución actual del tercer piso.....	77
Figura 3.9 Distribución actual del cuarto piso.....	78
Figura 3.10 Distribución actual del quinto piso.....	78
Figura 3.11 Distribución propuesta del quinto piso.....	79
Figura 3.12 Distribución propuesta del cuarto piso.....	80
Figura 3.13 Distribución propuesta del tercer piso.....	81
Figura 3.14 Diagrama de operaciones del proceso propuesto completo para la elaboración de pantalones de french terry	82
Figura 3.15 Diagrama de recorrido propuesto del proceso de producción (quinto piso)	84
Figura 3.16 Diagrama de recorrido del proceso de producción (cuarto piso)	85
Figura 3.17 Diagrama de recorrido del proceso de producción (tercer piso)	86
Figura 3.18 Secuencia de procesamiento de producto.....	87
Figura 3.19 Distancia actual entre procesos (tercer piso).....	88
Figura 3.20 Distancia actual entre procesos (cuarto piso).....	89
Figura 3.21 Distancia actual entre procesos (quinto piso).....	90
Figura 3.22 Distancia entre procesos propuesta (quinto piso).....	92
Figura 3.23 Distancia entre procesos propuesta (cuarto piso).....	93
Figura 3.24 Distancia entre procesos propuesta (tercer piso).....	94
Figura 3.25 Dashboard de resultados esperados	102
Figura 3.26 Cronograma de la implementación de la propuesta de mejora	104

Figura 4.1 Simulación en Arena del proceso actual	105
Figura 4.2 Simulación en Arena de la implementación.....	107
Figura 4.3 Resultado Input Analyzer del time between.....	108
Figura 4.4 Resultado Input Analyzer del tiempo de ciclo.	109
Figura 4.5 Simulación del resultado del VAN en RISK.....	114



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis de 20.67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar	128
Anexo 2 : Ficha técnica de especificación.....	133
Anexo 3: Estudio de tiempos	139
Anexo 4: Diagrama de operaciones del proceso actual	149



RESUMEN

La presente investigación consiste en la mejora del proceso de producción en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C., la cual se dedica a la fabricación y comercialización de pantalones de *french terry* para mujeres, mediante la implementación de la determinación de un estándar de trabajo y del diseño y redistribución de planta.

La investigación se desarrolla en cuatro capítulos. Esta inicia con el planteamiento de los aspectos generales de la investigación, en el que se describe la importancia, el motivo y la viabilidad de llevarla a cabo. Asimismo, se plantea los objetivos y la hipótesis de la investigación.

En el capítulo dos se describe los antecedentes de la empresa y se desarrolla un análisis y evaluación de los problemas hallados para posteriormente determinar el problema principal (diferencia porcentual del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar) y determinar sus causas raíz. Por otro lado, se desarrollan las restricciones y limitaciones que se tienen para el proyecto, y se plantea el objetivo general del proyecto, así como los objetivos específicos de la investigación.

En el capítulo tres se plantean las alternativas de solución para los problemas encontrados previamente y se selecciona las mejores. Posteriormente, se desarrolla detalladamente las soluciones seleccionadas y se presenta un *dashboard* con los resultados e impactos esperados, así como el presupuesto de la implementación de la solución. Por otro lado, se describen las normas y estándares aplicables de ingeniería para el diseño de la solución, así como el cronograma de la implementación de la propuesta.

En el capítulo cuatro se desarrolla una simulación del proceso en el *software* Arena Simulation para validar la implementación y se determina su viabilidad funcional y económica a partir de los resultados obtenidos.

Palabras clave: mejora, confección, producción, estándar de trabajo, redistribución de planta.

ABSTRACT

This research consists of improving the production process at the clothing manufacturing plant of Estilos y Colores S.A.C., dedicated to the production and commercialization of french terry trousers for women; by implementing work standards and redesigning the plant's layout.

The research is developed in four chapters. The first chapter begins with the presentation of the research's general aspects, which describe the importance, reason and feasibility of its implementation. It also sets out the objectives and the hypothesis of the research.

The second chapter describes the company's background and develops an analysis and evaluation of the identified problems, to determine the main problem (percentage difference of average production time with respect to standard time) as well as determine root causes. Additionally, restrictions and limits of the research are presented as well as the general and specific objectives of the research.

The third chapter presents solutions alternatives for the previously found problems, as well as the selection of the best alternatives. Subsequently, the selected solutions are presented in detail and the expected results are shown in a dashboard as well as the budget of the improvement. Also, applicable engineering standards are described along with the schedule for the implementation.

The fourth chapter is focused on the simulation of the implementation in Arena Simulation Software, to validate the functional and economic feasibility.

Keywords: improvement, clothing manufacturing, production, work standards, redesigning, layout.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

La industria textil peruana es una de las más reconocidas a nivel mundial, no solo por la gran calidad de sus materias primas, como el algodón y la fibra de alpaca, sino también por la calidad de sus confecciones. Asimismo, según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI, 2021), el sector textil y confecciones se encuentra entre las cinco actividades con mayor contribución al PBI manufacturero y genera aproximadamente el 30% de empleos de la industria manufacturera del país.

En el 2020, debido a la pandemia, se tuvo una drástica caída en todo el sector, pero a diferencia del subsector textil que se ha venido recuperando con mayor rapidez, el subsector confecciones mostró una recuperación más conservadora, la cual se ve reflejada en la tasa negativa de 25,4% interanual que se tuvo al cierre del mes de diciembre del 2020, según la SNI (2021).

De acuerdo con cifras de Adex Data Trade, para el cierre del año 2021, se tuvo que las exportaciones del sector textil crecieron en valor FOB en un 61,83% y las de prendas de vestir en un 52,24% con respecto al 2020. Por otro lado, según la Cámara de Comercio de Lima, el mercado local se viene recuperando, ya que tuvo una expansión del 30% aproximadamente con respecto a la caída por la pandemia. (Infomercado, 2021). Asimismo, el gobierno anunció que se tomarán medidas para contribuir al desarrollo del sector, las cuales serían el aumento de las compras públicas, facilidades de financiamiento y promoción comercial para impulsar las exportaciones textiles, según Jessica Luna de Comex Perú (2022)

Actualmente, tanto el mercado local como de exportaciones del sector podrían crecer en un 50% en los próximos dos años, porque se tiene la suficiente demanda, pero esto no sería posible debido a que no se tiene la capacidad instalada necesaria para poder cubrirla, según Luis Antonio Aspíllaga para La Cámara (Sevilla, 2022)

El panorama que se tiene para el sector textil y confecciones es positivo y las empresas que destacan son las más competitivas. La empresa en estudio está presentando

problemas que podrían estar afectando la productividad y la calidad del producto, lo que no estaría permitiendo que se posicione mejor en el mercado.

Estos problemas se pueden solucionar mediante un análisis exhaustivo a las actividades y una propuesta para mejorarlas. La investigación se enfocará en la mejora en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C., ya que, si bien es una empresa con casi 20 años de trayectoria, se constituyó sin apoyo profesional, por lo que presenta oportunidades de mejora en las diferentes áreas que la conforman.

Se pudo registrar problemas en la planta de confecciones de la empresa en estudio que afectan directamente a la productividad y calidad del producto. Uno de estos es el bajo porcentaje de utilización de maquinaria, el cual es 50% aproximadamente, ya que en temporadas de más producción se utilizan algunas más.

Tabla 1.1

Utilización de maquinaria de la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Maquinaria	
Cantidad de máquinas operativas disponibles	28
Cantidad de máquinas que se utilizan	14

La producción anual del año 2022 fue de 24 110 pantalones, teniendo en cuenta que se utilizaron 13 máquinas, dentro de las cuales se tiene rectas, planas, remalladoras y atracadoras, un método de trabajo el cual es por grupos de cuatro personas y que se tiene como tiempo promedio de 20 minutos por prenda aproximadamente. Asimismo, con la disponibilidad de máquinas que tienen y con el método actual de trabajo se podría conseguir una producción anual de poco más de 40 mil unidades. Es decir, se podría tener una producción de cerca del doble solo poniendo en funcionamiento la maquinaria inutilizada que tienen disponible.

Por otro lado, con respecto a los defectuosos se tiene el registro del año 2022.

Tabla 1.2*Cantidad de defectuosos por trimestre*

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Anual
Defectuosos	162	586	215	840	1803
Producción	4100	6620	5450	7940	24 110
Porcentaje defectuosos	3,95%	8,85%	3,94%	10,58%	7,48%

La principal causa de los defectuosos es por error del hilo en la costura. Es decir, no se utilizó el hilo indicado y se debe descoser para reprocesar. Asimismo, se tiene que casi el 10% de las prendas producidas fueron defectuosos.

De acuerdo con la problemática planteada se espera que al final de la investigación se pueda responder la interrogante ¿Es posible la implementación de una mejora en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C. aplicando herramientas de ingeniería industrial en los procesos para que ayuden a aprovechar mejor los recursos, reducir el nivel de defectuosos y tener un mejor producto, que sea viable técnica, económica y socialmente?

1.2 Variables de la investigación

1.2.1 Variables independientes

Tabla 1.3*Variables independientes e indicadores*

Variables independientes	Definición	Indicador	Dimensión
Tiempo de producción	Es el tiempo que tarda un trabajador o máquina en producir una cantidad determinada de cierto producto. (Kanawaty, 1996)	$\sum$ <i>Tiempo de procesos de producción</i>	Tiempo (Min)

(continúa)

(continuación)

Variables independientes	Definición	Indicador	Dimensión
Producción	Total de productos fabricados. Se expresan en número, por valor y su grado de conformidad. (Kanawaty, 1996)	Cantidad de unidades producidas	Lote (unidades producidas)
Defectuosos	Productos que incumplieron con los requisitos o la variación excede los límites establecidos. (Bonilla et al., 2020)	Cantidad de unidades defectuosas producidas	Lote (unidades defectuosas producidas)

1.2.2 Variables dependientes

Tabla 1.4

Variables dependientes e indicadores

Variables dependientes	Definición	Indicador	Dimensión
% Eficiencia	Se entiende como la utilización del recurso con relación al valor estándar establecido. (Bonilla et al., 2020)	$\frac{\text{Recursos utilizados}}{\text{Total de recursos}} \times 100\%$	Porcentaje de utilización de recursos
Productividad	Es la valoración o la medición del grado en que puede obtenerse cierto producto de un insumo dado. (Kanawaty, 1996)	$\frac{\text{Total unidades producidas}}{\text{Recursos utilizados}}$	$\frac{\text{pantalón}}{\text{recurso}}$
% Calidad	El nivel de variación o el patrón de distribución de la producción mide la capacidad del proceso. (Bonilla et al., 2020)	$\frac{\text{Tot. unid. prod.} - \text{Tot. unid. defect.}}{\text{Total unid. prod.}} \times 100\%$	Porcentaje de índice de calidad

La selección de estas variables responde a la necesidad de entender la situación actual del proceso de producción, así como también, posteriormente, de poder validar el impacto de la implementación de las mejoras. Es decir, la medición de estas variables proporciona información para analizar y poder tomar decisiones a lo largo de la investigación.

El tiempo de producción es la variable principal en la investigación debido a que es indicador clave para evaluar las soluciones a los problemas anteriormente mencionados que podrían estar afectando a la empresa en estudio. Tiene que ser medida con precisión, ya que, según Kanawaty (1996), permite analizar la utilización eficaz de recursos, así como establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se realizan, lo que permite detectar ineficiencias en el proceso.

De igual manera, la medición de la producción es imprescindible para determinar si las mejoras en el tiempo de producción por la implementación realmente conducen a un aumento en el número de productos terminados sin afectar a la calidad. Sin esta variable es imposible evaluar si los cambios en los procesos son o no beneficiosos.

Por otro lado, la medición de los defectuosos también es fundamental, ya que un aumento de estos sería contraproducente para la mejora en el tiempo de producción. Asimismo, medir los defectuosos permite tener información sobre los procesos en los que se pueden estar produciendo fallas y poder tomar medidas correctivas que aseguren la calidad.

En cuanto a las variables dependientes, la medición de la eficiencia es importante porque, según Bonilla et al. (2020), permite evaluar la utilización de recursos con relación al estándar establecido. Si no se mide la eficiencia, no se podría identificar los procesos ineficientes que se tienen, mucho menos comparar el uso de recursos de los procesos antes y después de la mejora, lo cual es fundamental para reducir costos.

Asimismo, la productividad, según Kanawaty (1996), es la relación de productos terminados con los recursos utilizados en el proceso, tales como tiempo, materiales y mano de obra. La medición de esta variable es importante, ya que una mejora en el tiempo de producción tiene que influir positivamente en la productividad, porque no se debería producir más a costa de calidad u otros recursos. Sin la medición de esta variable es difícil determinar si se está mejorando el rendimiento con los cambios implementados en el proceso.

Por último, la medición de la calidad es importante, ya que, según Bonilla et al. (2020), permite conocer si los productos están cumpliendo con los estándares establecidos. Si la calidad no se mide, no se puede identificar si los procesos están siendo

realizados de manera correcta ni asegurar que la mejora en el tiempo de producción no esté sacrificando el estándar del producto.

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación técnica:

Actualmente, la empresa Estilos y Colores S.A.C. requiere de una mejora dentro de la planta de confecciones. Desde el punto de vista técnico, el aumento de la productividad en la planta de confecciones de la empresa en estudio es factible, dado que se tiene disponible acceso a información como de insumos, procedimientos, cantidad de productos terminados, defectuosos, así como herramientas de ingeniería que se utilizarán para el análisis, diagnóstico y planteamiento de soluciones para los problemas.

Para la mejora se seguirá la metodología de los siete pasos, que tiene como base desagregar los pasos del ciclo PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar) para poder desarrollar pequeñas mejoras en los procesos, pero que en el largo plazo serán muy considerables. (Bonilla et al., 2020)

Para obtener información y poder analizar la situación actual de la empresa, se utilizarán herramientas como Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP), Diagrama de Recorrido, estudio de tiempos, además de indicadores en los procesos. (Bonilla et al., 2020)

Para identificar y analizar las causas raíces y oportunidades de mejora se utilizarán herramientas como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, entre otros. (Bonilla et al., 2020)

Todo esto permitirá una idónea elección y aplicación de las herramientas que se utilicen en la mejora en la planta de confecciones de la empresa en estudio.

1.3.2 Justificación económica:

Desde el punto de vista económico, la mejora en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C. es importante, ya que se buscará aprovechar mejor los recursos y reducir el nivel de defectuosos en un 5%. Asimismo, como se mencionó anteriormente en el punto 1.1, el principal causante del problema del nivel de defectuosos es el error de

hilo en el proceso de costura. Este afectó a 1803 pantalones en el 2022, ver Tabla 1.2, los cuales tuvieron que ser reprocesados.

De acuerdo con Niebel y Freivalds (2009), entre los objetivos de la estandarización se encuentran el minimizar los recursos para llevar a cabo tareas, mejorar la calidad de los productos de manera continua y minimizar costos en la producción de bienes, por lo que la implementación traerá beneficios como la reducción de costos, un incremento en la productividad y un mejor producto.

1.3.3 Justificación social y ambiental:

Desde el punto de vista social, la implementación de un estándar de trabajo, según Niebel y Freivalds (2009), permitirá mejorar las condiciones de trabajo maximizando la seguridad, salud y bienestar laboral de los empleados en cada uno de los procesos. Asimismo, una buena disposición de planta brindaría mejores condiciones de trabajo para el empleado, así como la reducción del riesgo para la salud y aumento de seguridad de los trabajadores. (Díaz et al., 2014)

Finalmente, se espera que el empleado sienta bienestar en el trabajo y se fidelice el talento.

Desde el punto de vista ambiental, la implementación de la mejora, de acuerdo con Niebel y Freivalds (2009), tendrá como principio conservar recursos; es decir, mantener la materia prima, maquinaria y productos en su máxima utilidad y valor. Esto se vería reflejado en beneficios como la optimización del uso de recursos en cada uno de los procesos de la empresa, la cual reducirá las mermas y desperdicios, propiciará la reutilización de materiales y generará valor en los procesos claves de la empresa.

Además, se implementarán políticas sobre el correcto desecho de los residuos sólidos textiles y de reciclaje, los cuales tendrían un beneficio social-ambiental.

1.4 Tipo de investigación

El tipo de investigación es, según la metodología, analítico y, según el diseño de la investigación, experimental. Es de tipo analítico porque el objeto de estudio se descompone por partes para poder analizar a profundidad y comprender a detalle

siguiendo el método científico. Asimismo, experimental, porque se obtiene la información por la observación de los resultados condicionados por el control de una variable del estudio. (Álvarez, 2020; Del Cid et al., 2015)

1.4.1 Técnica:

Las actividades que se realizarán para la obtención de data y su posterior procesamiento serán:

- Entrevistas al personal que trabaja en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C., tales como costureros y habilitadores, así como jefes y gerentes.
- Observaciones de cada una de las operaciones de los procesos para la producción de pantalones en la planta de confecciones de la empresa en estudio.

1.4.2 Instrumento:

Son los medios que permiten el registro de los datos y se utilizan cuando se realizan las técnicas. Para la investigación se utilizará:

- Formatos de registro.
- Guía de preguntas.

1.4.3 Recopilación de datos:

La información que se utilizará será tanto de fuentes primarias como secundarias. Las fuentes primarias serán entrevistas a los costureros y habilitadores y observación de las operaciones del proceso, mientras que para la recopilación de información y antecedentes relacionados al proyecto de investigación se recurrirá a bases de datos y repositorios de tesis y papers disponibles.

1.5 Objetivos de la investigación

Los objetivos de la investigación:

- Identificar las oportunidades de mejora en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C. para así poder plantear posibles soluciones.
- Determinar el sistema a mejorar teniendo en cuenta los impactos de cada problema y realizar un análisis para identificar las causas raíz, para así poder plantear soluciones de ingeniería.
- Diseñar y desarrollar detalladamente cada una de las soluciones de ingeniería seleccionadas para el sistema a mejorar identificado.
- Cuantificar los potenciales ahorros y ganancias de la solución propuesta.
- Medir los resultados en los aspectos técnico, económico y social de la solución propuesta.

1.6 Hipótesis de la investigación

Es posible realizar la implementación de una mejora en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C., porque se cuenta con disponibilidad de información y con herramientas de ingeniería, con la finalidad de aprovechar mejor los recursos, reducir el nivel de defectuosos, tener un mejor producto y con ello ser más competitivos en el mercado.

CAPÍTULO II: SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

2.1 Antecedentes de la empresa u organización en estudio

2.1.1 Presentación de la empresa y reseña histórica

A continuación, se presenta información relevante de la empresa

- Razón social: Estilos y Colores S.A.C.
- RUC: 20511950946
- CIIU: 51313
- Gerente general: Miriam Naupa Florecin
- Marca: Opus Jeans
- Planta: Morro solar 164 - Rímac

Locales comerciales:

- CC El Encanto - Gamarra 460 Tienda 116
- CC El Encanto - Gamarra 460 Tienda 128
- CC Moda Center - Gamarra 490 Tienda SS-13
- CC Parque Canepa – Gamarra Tienda 91

Misión:

“Contribuir a la belleza y comodidad de las personas con productos de calidad”

Visión:

“Ser una empresa referente de moda femenina a nivel nacional y llegar internacionalmente a vestir a mujeres apasionadas por la moda, proporcionándoles un producto de excelencia con los mejores precios”

Valores:

- Innovación
- Respeto
- Responsabilidad
- Trabajo en equipo

Objetivos organizacionales:

- Mejorar la productividad de la planta de confecciones utilizando todos los recursos disponibles.
- Ofrecer a nuestros clientes productos de calidad, sin ninguna equivocación en la confección y procesos de producción.
- Ser una marca reconocida por sus diseños innovadores.
- Ser referente en el mercado peruano de moda y comodidad al vestir.

Reseña histórica:

La empresa fue fundada en noviembre del 2005 dedicándose al diseño, fabricación y comercialización de prendas de vestir para damas. Las actividades de producción son realizadas en la planta ubicada en el distrito del Rímac, en donde se encuentra la maquinaria y equipos para la confección de pantalones de *french terry* para mujeres entre 15 y 40 años. Tiene locales comerciales ubicados en cuatro puntos en el emporio comercial de Gamarra, en los cuales venden al por mayor y menor. Para la fabricación de los pantalones utilizan tela tejida en el Perú y los accesorios que llevan los pantalones son importados de China, en su mayoría.

2.1.2 Análisis de la organización y estructura organizacional

La empresa Estilos y Colores S.A.C. tiene un organigrama hecho de acuerdo a como realizan sus labores dentro de la organización, pero este no es formal ni difundido dentro de la misma. Se tiene como Gerente General a Miriam Naupa, quien a su vez es la dueña. Asimismo, cuentan con una persona encargada de la contabilidad en la empresa.

La parte administrativa se encarga del almacenamiento del producto, es decir de gestionar los productos terminados que entran a almacén y salen a tienda.

Por otro lado, si bien no cuenta con un área de logística como tal, las labores que realiza la persona encargada del almacenamiento y entrega de materia prima e insumos es la misma.

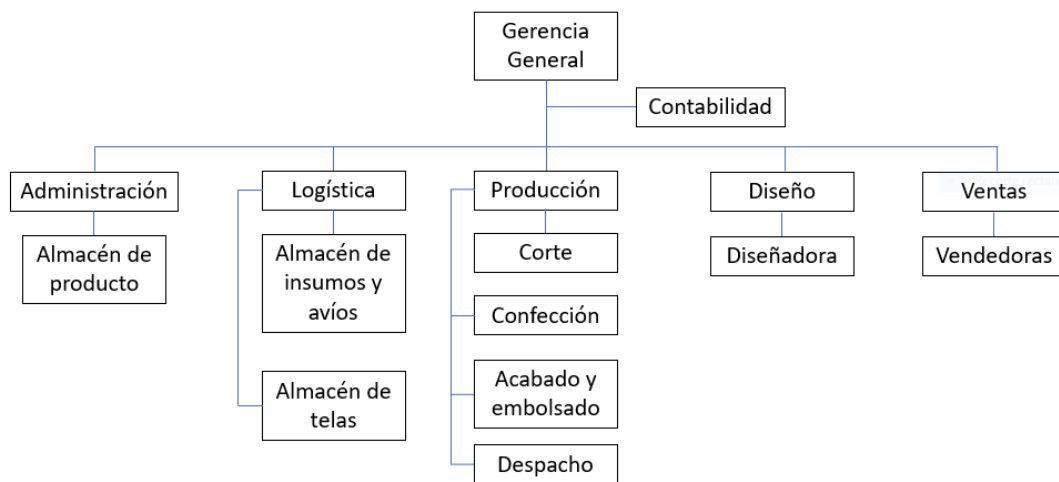
Producción está delimitada por corte, confección, acabado y embolsado, y despacho, pero cada una de ellas se encuentra en un área física distinta. Se cuenta con un

cortador, el cual no tiene un horario fijo. Los operarios de confección, acabado y embolsado, y despacho trabajan 8 horas de lunes a sábado.

Así como el cortador, la diseñadora trabaja según requerimiento, por lo que no tiene un horario fijo. Por otro lado, las vendedoras están en las tiendas ubicadas en el emporio comercial de Gamarra en el horario de 10 am. a 7 pm.

Figura 2.1

Organigrama de la empresa Estilos y Colores S.A.C.



Nota. El organigrama fue brindado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

2.1.3 Descripción de los productos

En base a las reuniones con la gerente general, se conoce que la empresa en estudio confecciona y vende casacas y pantalones de tela *french terry* siendo este último el que más se produce y comercializa.

Pantalón de *french terry*

El pantalón que produce la empresa busca ser muy similar al denim en cuestiones de estilo y forma, pero a su vez ser más cómodos y realzar la figura de la mujer.

La tela que utilizan es conocida como *french terry*, la cual, según la gerente general, se caracteriza por su elasticidad, ya que es un tejido de punto y tiene una composición que incluye fibras de *Spandex* en un 5-10%, además de algodón.

Figura 2.2

Pantalón de la marca Opus Jeans de Estilos y Colores S.A.C.



El producto final lleva una etiqueta colgante o *hang tag* en el que se detalla instrucciones de lavado, así como la marca del producto, un taller y un sticker que incluye el modelo, código del modelo, talla, color y un código de barras.

El pantalón de *french terry* pesa aproximadamente 600 gramos y tiene dimensiones de 35x27cm doblado y embolsado.

Figura 2.3

Pantalón con hang tag y embolsado de la marca Opus Jeans



2.1.4 Descripción del mercado objetivo de la empresa

El mercado objetivo de la empresa en estudio está conformado principalmente por mujeres que tienen entre las edades de 18 y 40 años, pertenecientes a los niveles socioeconómicos B, C y D.

Estas personas buscan moda y comodidad al vestir y un precio accesible. Además, visitan el emporio comercial de Gamarra principalmente para realizar sus compras de prendas de vestir, así como otros grandes recintos comerciales.

2.1.5 Estrategia general de la empresa

La empresa en estudio tiene una misión y visión, pero no ha realizado un planeamiento estratégico. Por ello, no cuenta con una estrategia establecida. Sin embargo, se enfocan principalmente en la diferenciación del producto. Esto se basa en las características que presenta el pantalón por la materia prima utilizada, además de la calidad de los avíos y detalles en la fabricación. Esto les permite el desarrollo de un producto diferente a la mayoría de la oferta existente en el mercado e incluso superior en ciertos aspectos o exigencias por parte de los clientes.

2.2 Objetivo general del proyecto

Realizar una mejora en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C. con la finalidad de aprovechar mejor los recursos, reducir el nivel de defectuosos y tener un mejor producto aplicando soluciones de ingeniería basadas en herramientas de ingeniería industrial.

2.3 Restricciones y limitaciones del proyecto

El estudio de mejora en la empresa Estilos y Colores S.A.C. se centra únicamente en la planta de confecciones, espacio en el que se realiza el proceso de producción de pantalones de *french terry*.

La unidad de análisis para la investigación es la planta de confecciones, ya que aquí se desarrolla todo el proceso de producción de la empresa en estudio.

El personal que labora en la planta de confecciones, tales como costureros, habilitadores y personal administrativo, es la población.

El espacio de la investigación es dentro de las instalaciones de la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C., la cual está ubicada en el Rímac y se tiene un tiempo de investigación desde agosto del 2022 a julio del 2023.

Se tiene como limitaciones del proyecto: La empresa no cuenta con indicadores de gestión, no tiene manuales de los procesos que realiza o están desactualizados. Por otro lado, la disponibilidad de tiempo para visitar la planta, la resistencia del personal para brindar información requerida y la resistencia al cambio.

2.4 Diagrama de Gantt del proyecto de mejora

Figura 2.4

Diagrama de Gantt del desarrollo de la investigación

Contenidos de T.R. de la investigación	Sem 1-2	Sem 3-4	Sem 5-6	Sem 7-8	Sem 9-10	Sem 11-12	Sem 13-14
Capítulo I: Aspectos generales de la investigación							
Capítulo II: Situación problemática							
Capítulo III: Propuesta de solución							
Capítulo IV: Resultados y discusión							

2.5 Análisis y evaluación de indicadores (KPIs) de la organización

2.5.1 Identificación y descripción general de los procesos claves

A continuación, se presentan los procesos claves identificados y que fueron determinados por la gerencia general de la empresa, así como el mapa de procesos que se tienen que tener en cuenta para la descripción de los KPIs de la organización.

- **Diseño y Desarrollo de producto**

El proceso inicia cuando los clientes se acercan de manera física a las tiendas o de forma electrónica, por internet, para consultar por la prenda que tienen interés

o ver todos los modelos. Estos son desarrollados por el área de diseño, en el cual se determina qué colores, avíos y detalles va a llevar un modelo nuevo. Es decir, todos los insumos que vayan a necesitarse como botones, “piedritas”, cintas y la misma cantidad de tela, ya que desarrollan los moldes que se necesitan para el corte, se determinan junto con el diseño y desarrollo del nuevo modelo. El proceso es realizado por una persona externa a la empresa, la cual va a las instalaciones cuando se va a desarrollar un nuevo modelo.

- **Planificación de operaciones**

La planificación de las operaciones que se realicen a partir del desarrollo de un nuevo modelo lo realiza la gerencia general. Una vez desarrollado el nuevo modelo y sus requerimientos hacen las coordinaciones con los proveedores, trabajadores de los procesos de corte y confección, y de ventas. Todo el proceso de producción de un nuevo modelo tarda aproximadamente 3 semanas, por lo que los requerimientos de botones, avíos y otros, lo hacen apenas se desarrolla el modelo y es aprobado. Se solicita de sus servicios al personal de corte y se coordina su trabajo. Por último, se coordina con ventas para que se ofrezca el modelo que va a salir próximamente tanto en la tienda y por redes sociales, para esto realizan previamente sesiones fotográficas de los modelos nuevos.

- **Gestión comercial**

La parte comercial es llevada por las vendedoras en las tiendas y la persona encargada de las ventas online, la cual gestiona las redes sociales y el *WhatsApp*. Entre sus funciones se tiene, además de vender, ofrecer los nuevos modelos a personas que ya son clientes de la marca, así como, junto con la gerencia, gestionar el stock que tiene cada una en sus tiendas. Esto debido a que hacen trasposos de mercadería entre tienda y tienda cuando lo requirieren según requerimiento de algún cliente en una venta.

- **Corte**

El corte es desarrollado por una persona externa que va a planta de confecciones de Estilos y Colores S.A.C. Realiza su trabajo a partir de los moldes desarrollados por el área de diseño. Los bloques de tela cortada correspondiente a piezas de los pantalones son atados para luego ser llevados a confección, por otro lado, los

retazos de tela que quedan como merma son embolsados para su posterior deshecho.

- **Confección**

La confección de las prendas es desarrollada por tres grupos de trabajo, los cuales se encargan del planchado y la costura en cada uno de ellos. El planchado es realizado por una operaria que recibe el trozo de tela cortado, previamente clasificado, que junto con un molde de cartulina es sometido al calor de la plancha para marcar un doblez en la pieza, lo cual facilitará la labor de costura. La costura es realizada en máquinas de coser con agujas e hilos y se trabaja por partes. Primero, las piezas planchadas van en la parte posterior y delantera del pantalón, dependiendo del modelo. Se unen las partes pequeñas como las vistas, el bolsillo, braguetas, entre otros, en la parte posterior y delantero del pantalón. Posteriormente, se une la parte delantera con la posterior del pantalón, para luego poder unirle la pretina en dos partes, interior y exterior. Por último, se cose la talla, la basta y se hace el ojal junto a los atraques, el cual consiste en asegurar puntos de costura.

- **Lavandería**

El proceso de lavado es realizado en una lavandería externa a la empresa. Aquí se tiñe la prenda del color que se desea según el desarrollo del diseño y, además, el efecto u acabado que se quiere para el pantalón como desgaste, trapeado, focalizado, entre otros.

- **Acabado**

Este proceso se divide en dos partes, una después de la otra. Primero, los operarios se encargan de colocar botones, placas con la marca y piedras decorativas a las prendas con ayuda de máquinas especializadas para estas labores. Luego, se limpian las hilachas remanentes de las costuras del pantalón, lo doblan y colocan el tallerero. Por último, se pega el sticker que indica el código de barra, modelo, talla y color del pantalón en el *hang tag*, para luego colocarlo en el pantalón y posteriormente embolsarlo.

- **Despacho y distribución**

El despacho se realiza según el requerimiento de un cliente mediante venta por tienda o por redes sociales. Para esto los pantalones son sacados del almacén y agrupados para armar el paquete de envío. La distribución es realizada mediante diferentes agencias de envíos, si fuese para clientes, y el despacho a tiendas para re stock o ingreso de nuevo modelo a tiendas es llevado por la gerencia.

- **Mantenimiento de máquinas y equipos**

La empresa no cuenta con un área de mantenimiento. Los trabajos de mantenimiento que se puedan presentar por averías o problemas propios del tiempo de uso son resueltos por externos, pero antes de eso, tratan de resolverlo entre los mismos operarios de las máquinas.

- **Contabilidad**

La empresa no cuenta con un área contable, por lo que la contabilidad es un proceso tercerizado. La gerencia general es la encargada de supervisar el trabajo de este tercero.

- **Control de ventas y stock**

Cada vendedora es la encargada de su mercadería u stock en la tienda. El control de ventas y stock es llevado por la gerencia general en conjunto con cada vendedora, ya que realizan un cruce de mercadería cada fin de mes y revisan la cantidad de existencias que tiene cada una.

- **Almacenamiento**

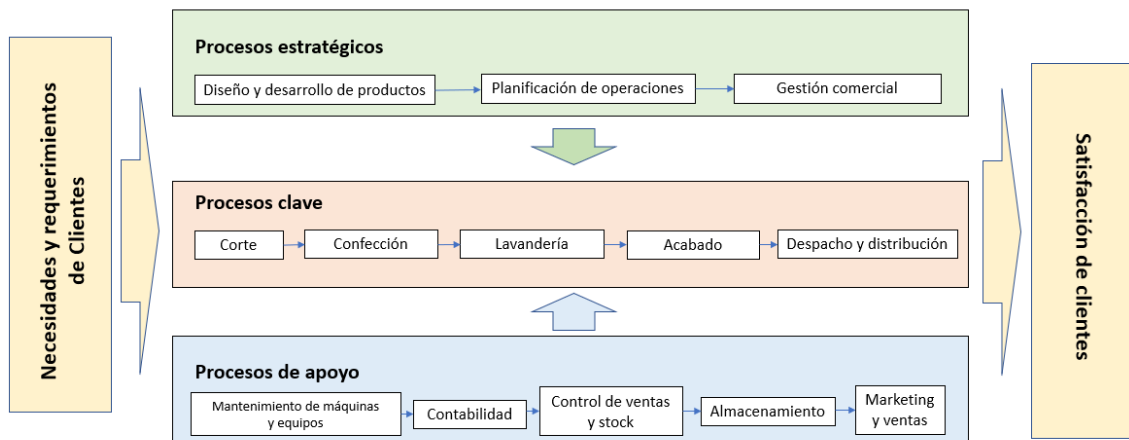
Al almacén llegan las prendas después del acabado y antes del despacho. La persona encargada recibe, contabiliza y almacena las prendas terminadas, así como también, prepara los pantalones que se van a necesitar para el despacho y posterior distribución.

- **Marketing y ventas**

El marketing es desarrollado por la persona encargada de llevar las redes sociales y venta online. Se encarga de preparar todo el contenido audiovisual de los nuevos modelos, promociones y eventos que se presenta a los clientes mediante los diferentes canales en conjunto con la gerencia general.

Figura 2.5

Mapa de procesos de Estilos y Colores S.A.C.



Nota. El mapa de procesos fue proporcionado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

2.5.2 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos clave

Actualmente, la empresa no cuenta con indicadores de desempeño en los procesos expuestos previamente. De acuerdo a los principales objetivos de la organización y teniendo en cuenta que la estrategia competitiva de la empresa es la diferenciación, se presentan a continuación una lista de indicadores que permitirán medir la situación actual de la empresa para luego, poder contrastarla con la implementación de la mejora.

A. Indicadores o ratios financieros

- **Indicador de eficiencia o actividad:** Mide la eficiencia de las operaciones para convertir activos en efectivo. (Apaza & Barrantes, 2020)

a) Rotación de activos

$$RA = \frac{\text{Ventas netas}}{\text{Activos totales}}$$

- #### b) Rotación de inventarios:
- Mide la facilidad que tiene la empresa en convertir inventario en efectivo.

$$RI = \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{Inventario promedio}}$$

- **Indicador de liquidez:** Mide la capacidad de la empresa de poder transformar activos en efectivo en corto plazo. (Apaza & Barrantes, 2020)

- a) **Razón corriente:** Capacidad de generar flujo efectivo a partir de activos corrientes.

$$RC = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$$

- **Indicador de rentabilidad:** Mide la capacidad de obtener ganancias con los recursos que se tienen. (Apaza & Barrantes, 2020)

- a) **Rentabilidad sobre activos (ROA):** Mide la eficacia del uso de los activos por parte de la empresa para generar ganancias.

$$ROA = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Activos totales}} \times 100\%$$

- b) **Rentabilidad sobre capital (ROE):** Mide la ganancia o rendimiento obtenido por cada sol invertido en las operaciones.

$$ROE = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Patrimonio neto}} \times 100$$

B. Indicadores comerciales

- **Indicador de cumplimiento de pronóstico de ventas:** Indica el cumplimiento del pronóstico de ventas que se tiene de pantalones en el mes.

$$\frac{\text{Ventas del mes}}{\text{Pronóstico de ventas}} \times 100\%$$

- **Indicadores de satisfacción al cliente:** Se puede medir la satisfacción de los clientes mediante encuestas, las cuales ayudarán a medir mes a mes el desempeño no solo de las fuerzas de ventas, sino de toda la empresa con relación a la experiencia del cliente. Asimismo, medir la cantidad de reclamos, reclamos atendidos y reclamos resueltos.

- a) **Reclamos atendidos:**

$$\frac{\text{Número de quejas atendidas}}{\text{Número de quejas recibidas}} \times 100\%$$

b) Reclamos resueltos:

$$\frac{\text{Número de quejas resueltas}}{\text{Número de quejas recibidas}} \times 100\%$$

C. Indicadores de producción

- **Indicadores de productividad:** Estos indicadores representan la cantidad de unidades producidas con respecto a un recurso o grupo de recursos utilizados.

a) Productividad parcial de mano de obra:

$$\frac{\text{Producción total (lote pantalones cosidos)}}{\text{Hora hombre (h-h)}}$$

b) Productividad parcial de materia prima:

$$\frac{\text{Producción total (lote pantalones cosidos)}}{\text{Materia prima (kg)}}$$

c) Productividad total:

$$\frac{\text{Producción total (lote pantalones cosidos)}}{\text{Hora hombre + materia prima}}$$

D. Indicadores de eficacia:

a) Porcentaje de cumplimiento de producción:

$$\frac{\text{Producción total}}{\text{Producción planificada}} \times 100\%$$

b) Porcentaje de productos defectuosos:

$$\frac{\text{Producción defectuosa (número de pantalones con fallas)}}{\text{Producción total (número de pantalones cosidos)}} \times 100\%$$

E. Indicador de retraso promedio en el trabajo: Este indicador muestra la demora, en horas o días, que existe con respecto al *lead time* que hay para toda la producción de los pantalones. Este indicador toma en cuenta desde que se

tiene listo el nuevo modelo en diseño hasta que el lote de pantalones está embolsado.

$$\frac{\sum (\text{Lead time real} - \text{Lead time teórico})}{\text{Número de procesos}}$$

F. Indicadores de utilización de maquinaria y equipos:

a) Porcentaje de máquinas operativas:

$$\frac{\text{Número de máquinas operativas}}{\text{Número total de máquinas}} \times 100\%$$

b) Porcentaje de utilización de máquinas:

$$\frac{\text{Número de máquinas utilizadas}}{\text{Número de máquinas operativas}} \times 100\%$$

G. Indicadores de paradas en producción:

- a) Número de paradas innecesarias promedio por día de trabajo:** Este indicador medirá el número de veces que detiene el costurero su trabajo por motivos de necesidad de alguna herramienta o pieza, como hilo, aguja, pata, molde, con referencia a las 8 horas de un día de trabajo.
- b) Tiempo promedio por parada innecesaria:** Este indicador registrará el tiempo que se toma el costurero en buscar o preguntar por la herramienta o pieza que necesita para poder continuar con su trabajo.

$$\frac{\text{Tiempo total utilizado por parada}}{\text{Número total de paradas}} \times 100\%$$

H. Indicadores de accidentes de trabajo:

- a) Número de accidentes leves por periodo**
- b) Número de accidentes graves por periodo**

2.6 Determinación del problema en estudio

2.6.1 Determinación de posibles oportunidades de mejora

De acuerdo con lo conversado con trabajadores y observado en las visitas a la planta, se pudo identificar los principales problemas que tiene la empresa. Las reuniones que se tuvieron fueron con la gerente general, costureros y personal de acabados.

A continuación, se detalla cada uno de los problemas:

A. Baja utilización del recurso maquinaria

La empresa tiene maquinaria que no utiliza, las cuales podrían ponerse en funcionamiento y aumentar la producción; por otro lado, ocupan un espacio en la planta que podría ser utilizado por una actividad que genere valor.

Figura 2.6

Foto de maquinaria inutilizada en el área de corte (cuarto piso)



B. Inadecuada ubicación de áreas

La actual distribución de planta no es adecuada, ya que no se tiene un óptimo flujo para la producción de los pantalones. La empresa tiene los últimos tres pisos de una edificación de cinco pisos de 200 m² cada piso. En el tercer piso se encuentra el área de acabados, embolsado y despacho, en el cuarto piso está corte y almacén de productos terminados, y en el quinto piso se realiza la confección. Desde la recepción de materia prima, tela, que se realiza en el cuarto

piso hasta el almacén de productos terminados, se tiene que hay desorden en la planta, así como aumento en el tiempo de recorrido y operaciones, y no hay una correcta utilización del espacio. Esta inadecuada distribución de planta también trae consigo mayores riesgos por manejo de materiales, posibles confusiones y congestión, y un ambiente de trabajo poco satisfactorio.

A continuación, se muestran los Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) y Diagrama de Recorrido (DR) brindados por la empresa. Se identificó que la información recibida en ambos documentos está desarrollada de manera incompleta o está incorrecta.

Figura 2.7

Diagrama de Análisis del proceso actual (1 de 2)

CURSOGRAMA ANALÍTICO		.OPERARIO/ MATERIAL / EQUIPO.				
DIAGRAMA núm: 1 Hoja num: 1 de 2		RESUMEN				
Objeto: Pantalón French Terry		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
Actividad: Producción 2019 French Terry		Operación	21			
Método: ACTUAL/PROPUESTO		Transporte	12			
Lugar: Estilos y Colores SAC		Espera	0			
Operario (s):		Inspección	6			
Ficha num:		Almacenamiento	2			
Compuesto por:		Distancia				
Fecha:		Tiempo				
Aprobado por:		Costos:				
Fecha:		Mano de obra				
		Materia				
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO		Observaciones
1. Los rollos de tela en almacén .				○	□	
2. Los rollos son trasladados a la mesa de corte.				○	□	
3. Se tiende la tela en la mesa de corte				○	□	
4. Se corta la tela				○	□	Se obtiene piezas de tela cortada
5. Las piezas de tela cortados son clasificados				○	□	Se amarran por partes y tallas
6. Se trasladan las piezas de tela a confección				○	□	
7. Se reparte el corte a los grupos				○	□	
8. Se realiza el planchado para las pinzas				○	□	
9. Se traslada las piezas planchadas				○	□	Las pinzas planchadas para la parte posterior del pantalón
10. Se cosen las pinzas en la parte posterior del pantalón (ambas piernas)				○	□	
11. Se une la parte posterior del pantalón (pierna con pierna)				○	□	
12. Se cose la talla del pantalón a la parte posterior				○	□	
13. Se realiza el planchado para bolsillos (parte delantero)				○	□	
14. Se traslada las piezas planchadas				○	□	Bolsillos o vistas, dependiendo del modelo
15. Se cosen bolsillos en la parte delantera del pantalón (ambas piernas)				○	□	
16. Se cose el cierre la parte delantera del pantalón				○	□	
17. Se trasladan la parte delantera y trasera del pantalón				○	□	
18. Se cose por los lados la parte delantera con la trasera del pantalón				○	□	
19. Se cosen las bastas del pantalón				○	□	
20. Se traslada el pantalón sin pretina				○	□	

Nota. El DAP fue proporcionado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Figura 2.8

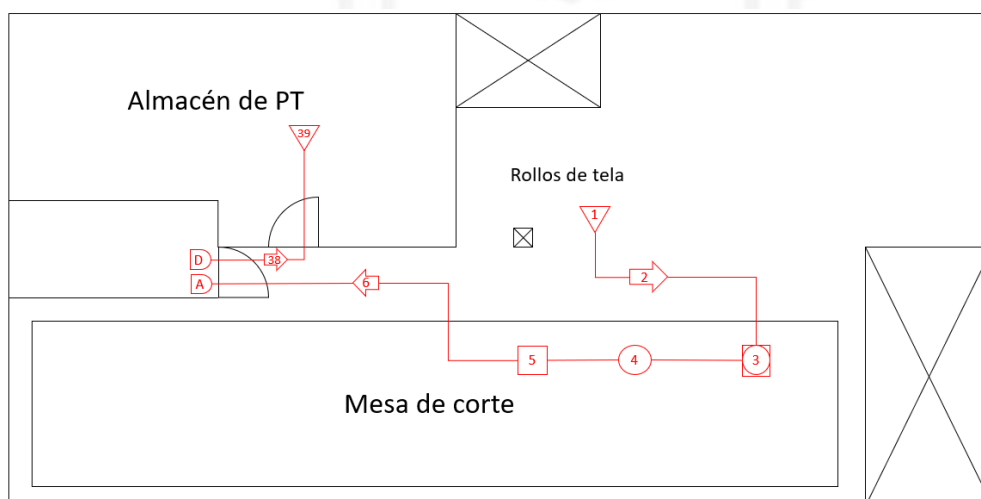
Diagrama de Análisis del proceso actual (2 de 2)

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO/ MATERIAL / EQUIPO				
DIAGRAMA núm: 1 Hoja num: 2 de 2		RESUMEN				
Objeto: Pantalón French Terry		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA	
Actividad: Producción 2019 French Terry		Operación	21			
		Transporte	12			
Método: ACTUAL/PROPUESTO		Espera	0			
		Inspección	6			
Lugar: Estilos y Colores SAC		Almacenamiento	2			
Operario (s):		Distancia				
Ficha num:		Tiempo				
Compuesto por:		Costos:				
Fecha:		Mano de obra				
Aprobado por:		Fecha:				
DESCRIPCIÓN		C	D (m)	T (min)	SÍMBOLO	Observaciones
					○ □ ▢ ▣ ▤	
21. Se cose la pretina interna					●	
22. Se cose la pretina externa					●	
23. Se cose la etiqueta en la pretina					●	Va en la parte interior de la pretina, al medio
24. Se trasladan los pantalones para los atraques					●	
25. Se cosen los atraques					●	Aseguran las costuras
26. Se trasladan los pantalones para los ojales					●	
27. Se cosen los ojales					●	Posteriormente se cortan los ojales para que entren los botones
28. Se trasladan los pantalones a la mesa de despacho y se cuentan para lavandería					●	
29. Se lavan los pantalones					●	
30. Se reciben los pantalones de la lavandería y se cuentan					●	
31. Se trasladan los pantalones a botonado					●	
32. Se colocan los botones					●	
33. Se trasladan los jeans a acabados					●	
34. Se realiza la limpieza de hilachas					●	
35. Se coloca etiquetas y hangtag					●	
36. Se embolsa					●	
37. Se contabiliza los pantalones embolsados					●	
38. Se traslada a almacén de productos terminados					●	
39. Se almacenan					●	
Total					21 12 0 06 02	

Nota. El DAP fue proporcionado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Figura 2.9

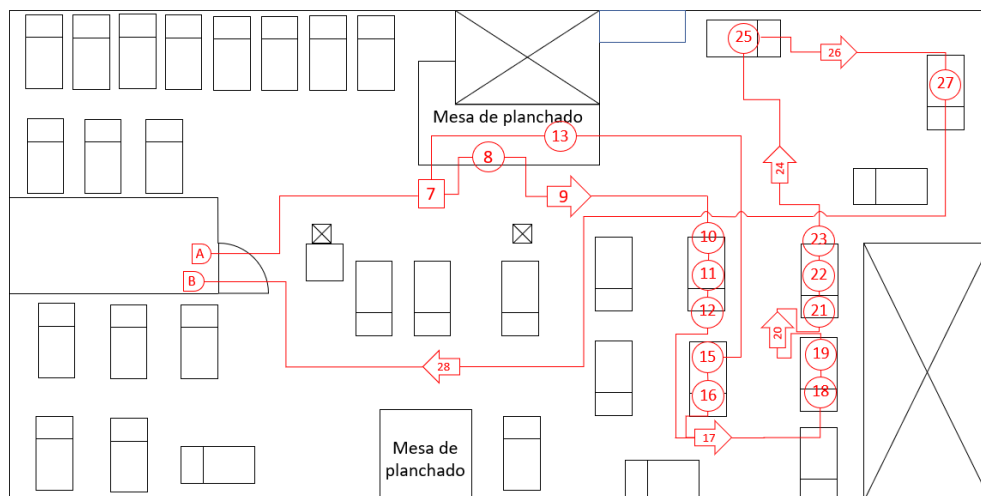
Diagrama de recorrido actual (1 de 3)



Nota. El DR fue proporcionado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Figura 2.10

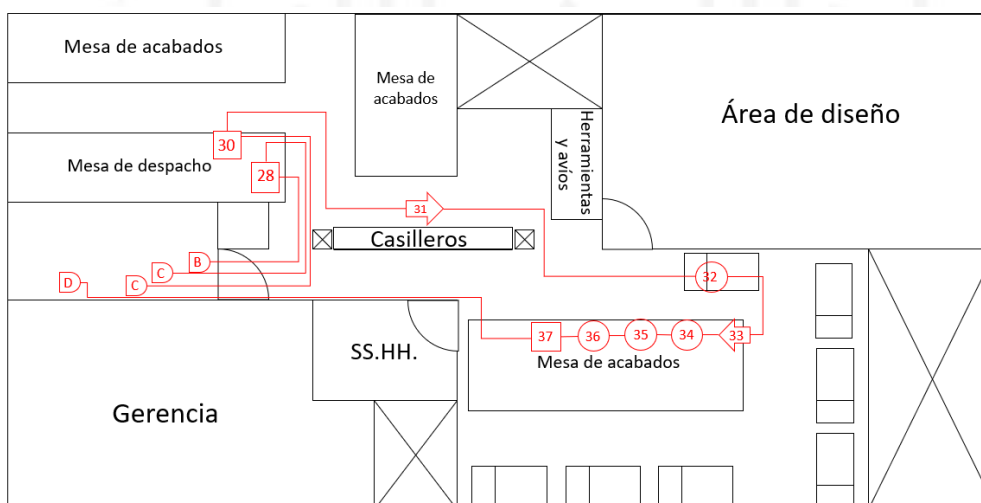
Diagrama de recorrido actual (2 de 3)



Nota. El DR fue proporcionado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Figura 2.11

Diagrama de recorrido actual (3 de 3)



Nota. El DR fue proporcionado por la empresa Estilos y Colores S.A.C.

C. Deficiente sistema de producción

De acuerdo con entrevistas con la gerente general y costureros, el actual sistema de producción que utiliza la empresa es por grupos. Es decir, se han dividido en grupos de trabajo para realizar la producción, por lo que internamente se distribuyen el trabajo que cada miembro va a realizar. No hay una

estandarización del trabajo, lo hacen en base a su experiencia y con indicaciones de diseño en la ficha de diseño que se les entrega.

D. Condiciones inseguras de trabajo

El personal que labora dentro de la empresa no utiliza equipos de protección, como guantes, zapatos adecuados o respiradores, y se encuentra expuesto a riesgos propios del trabajo, tales como lesiones con herramientas o equipos como las cortadoras, máquinas de coser, planchadoras, entre otros. Asimismo, golpes por transporte o manipulación de materia prima o productos.

En base a las entrevistas con el personal de la empresa, se tiene un registro aproximado de los accidentes en los últimos dos años. Se dividirá entre accidentes leves y graves, siendo los accidentes leves aquellos que permitan retornar a labores al día siguiente al operario y los accidentes graves aquellos que incapaciten de poder trabajar por más de un día y requiera tratamiento médico.

Tabla 2.1

Número de accidentes en la planta de confecciones de Estilos y Colores S.A.C.

Tipo de accidentes	Año 2021	Año 2022
Leves	9	8
Graves	2	1

E. Rotación de personal

Actualmente, la empresa cuenta con 16 personas trabajando a tiempo completo. A lo largo del año se presentan fluctuaciones en la cantidad de personal debido a que hay periodos de tiempo en los que se produce más o menos que en otros. Esto perjudica la productividad de la empresa, ya que el proceso de aprendizaje de los nuevos colaboradores toma tiempo hasta que su nivel llegue al estándar. En los años anteriores, la fluctuación de personas fue de entre 3 a 5, por lo que tienen más del 20% de rotación de personal anualmente.

F. Productos defectuosos

La empresa no cuenta con un supervisor para ninguno de los procesos. Para el proceso de confección, diseño les entrega una ficha técnica, la cual indica las especificaciones del modelo que van a producir. No hay un supervisor que

revise si están cumpliendo con la ficha o si están cometiendo alguna equivocación. El personal de acabados da una revisión rápida y cuenta la producción una vez que va a ser llevada a la lavandería.

Tampoco se cuenta con un supervisor para el área de acabados. La gerente general revisa el trabajo que están realizando en toda la planta periódicamente, pero no es una labor que cumpla todos los días.

G. Dificultad para encontrar herramientas o insumos

Las herramientas como llaves o alicates, piquetero, agujas e hilos que se pueden necesitar para la confección se encuentran en el área de acabados y gerencia. Los estantes en los que están colocados no están rotulados; esto genera demoras y desplazamientos innecesarios de parte de los operarios, ya que no encuentran una herramienta o insumo con facilidad. Si bien se tiene una zona de herramientas, otra de hilos y de agujas, estas deberían estar subdivididas e indicar nombres para que pueda encontrarse rápidamente lo que buscan, sin tener que perder tiempo o incluso, preguntar a otros colaboradores.

Figura 2.12

Foto de estante de insumos y herramientas en el área de acabados (tercer piso)



Figura 2.13

Foto de estante de herramientas en la oficina de gerencia (tercer piso)



2.6.2 Selección del sistema o proceso a mejorar

Para determinar el problema en estudio se empleó una matriz de selección con la que se pudo definir el problema principal y la relevancia de cada uno de los otros a partir de un puntaje total, el cual es la suma de cada uno de los productos obtenidos del impacto y el peso correspondiente a cada criterio planteado (Bonilla et al., 2020).

Las escalas de puntaje utilizado en cada criterio fueron los siguientes:

Tabla 2.2

Escala de impacto del problema

Escala	Impacto (Pérdida anual en Soles)	Impacto
0	0 – 1000	nulo
3	1000 – 5000	poco
6	5000 – 10 000	medio
9	>10 000	mucho

Tabla 2.3*Matriz para seleccionar el problema principal*

Problemas u oportunidades de mejora	Desperdicio de recursos (35%)	Mejor calidad de producto (25%)	Complejidad de la solución (20%)	Alineamiento con los objetivos organizacionales (20%)	Puntaje total
20,67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar	9*0,35 =3,15	6*0,25 =1,50	6*0,20 =1,2	9*0,20 =1,80	7,65
7,5% de productos defectuosos	6*0,35 =2,1	9*0,25 =2,25	6*0,20 =1,2	9*0,20 =1,8	7,35
50 % eficiencia de maquinaria	9*0,35 =3,15	3*0,25 =0,75	0*0,20 =0	9*0,20 =1,8	5,7

Nota. El detalle del cálculo del 20,67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar se encuentra en el Anexo N° 1.

Se tiene que el problema con mayor puntaje total es el 20,67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar, seguido muy de cerca del problema 7,5% de productos defectuosos. Por lo que el problema principal que debe ser resuelto es el 20,67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar, para lo que, a continuación, se determinarán sus causas raíz.

2.7 Determinación de las causas raíz

Para un mejor estudio del problema principal se desagregará en subproblemas con el propósito de poder realizar un análisis más profundo y facilitar su comprensión. A continuación, se detallarán los subproblemas que causan las demoras o retrasos en el tiempo de producción y sus respectivos porcentajes.

- **Tiempo de desplazamiento por la planta:** El tiempo considerado en este subproblema son los traslados innecesarios que tienen que hacer los operarios para cumplir sus labores. Los cuales son los siguientes:

Recoger productos en proceso: 90 minutos por semana. 45 minutos por cada 210 unidades (3 paquetes de 70 unidades). En promedio se tuvo que, en las 8

semanas de observaciones se tuvo entre 410 y 442 unidades de producción por semana. Es decir, 0,43 min/pantalón.

Traslado de costura a acabados: 60 minutos a la semana. El tiempo incluye el traslado de producción a mesa de despacho para lavandería y cuando vuelve de lavandería, de mesa de despacho a acabados.

Traslado dentro de acabados: 60 minutos a la semana. El tiempo incluye el traslado por las diferentes mesas de acabados, ya que están separadas.

Se obtuvo que el porcentaje del tiempo de desplazamiento por la planta con respecto al T.E. de producción es de 7,71%, lo que equivale a 1,29 min/pantalón.

- **Tiempo de paro de máquina:** El tiempo que se considera en este subproblema es el de paro por falla de máquina, rotura de hilo y rotura de aguja.

Tabla 2.4

Porcentajes del tiempo de paro de máquina con respecto al T.E.

Periodo	Sem. 1-2	Sem. 3-4	Sem. 5-6	Sem. 7-8	Promedio
Tiempo de paro de máquina	2,11%	2,29%	2,03%	2,09%	2,13%

- **Errores de costura:** El tiempo que se tomó fue el de descoser las prendas por error de costura y volver a realizar la operación.

Tabla 2.5

Porcentajes del tiempo por errores de costura con respecto al T.E.

Periodo	Sem 1-2	Sem 3-4	Sem 5-6	Sem 7-8	Promedio
Tiempo por errores de costura	0,957%	0,0%	0,743%	0,0%	0,425%

- **Demora de actividades específicas de producción:** El tiempo adicional que se tiene en la producción de un pantalón.

Tabla 2.6

Porcentajes del tiempo por demora en la costura con respecto al T.E.

Periodo	Sem 1-2	Sem 3-4	Sem 5-6	Sem 7-8	Promedio
Tiempo por demora en la costura	9,89%	10,67%	10,19%	10,87%	10,41%

A continuación, se utilizará el diagrama de Pareto para mostrar los subproblemas principales:

Figura 2.14

Porcentajes promedio de los subproblemas.

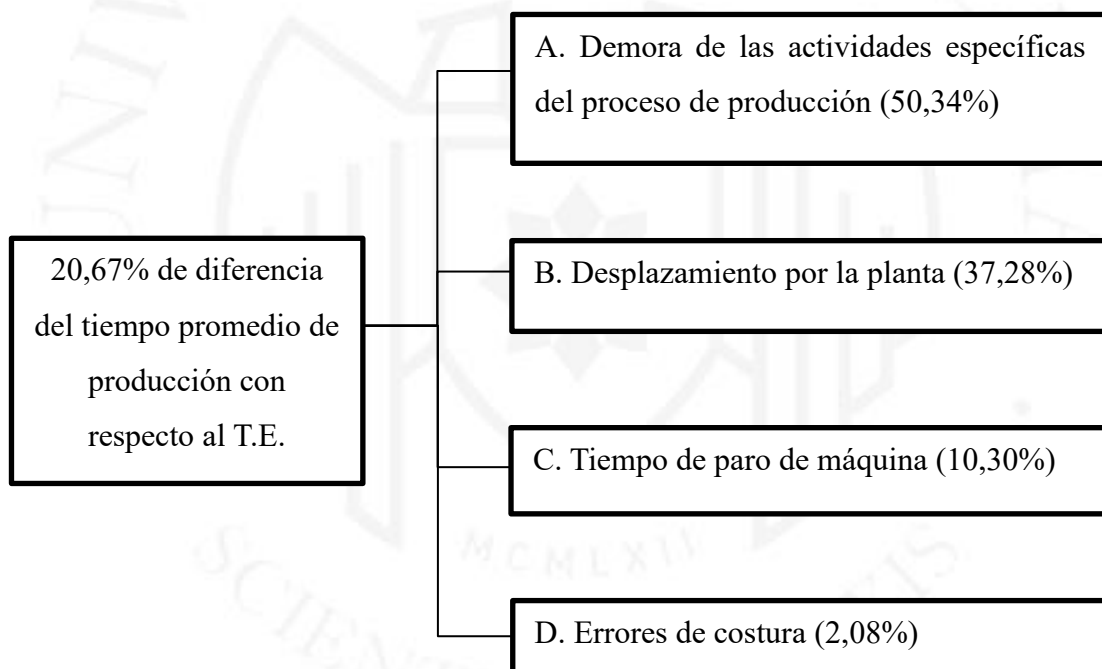
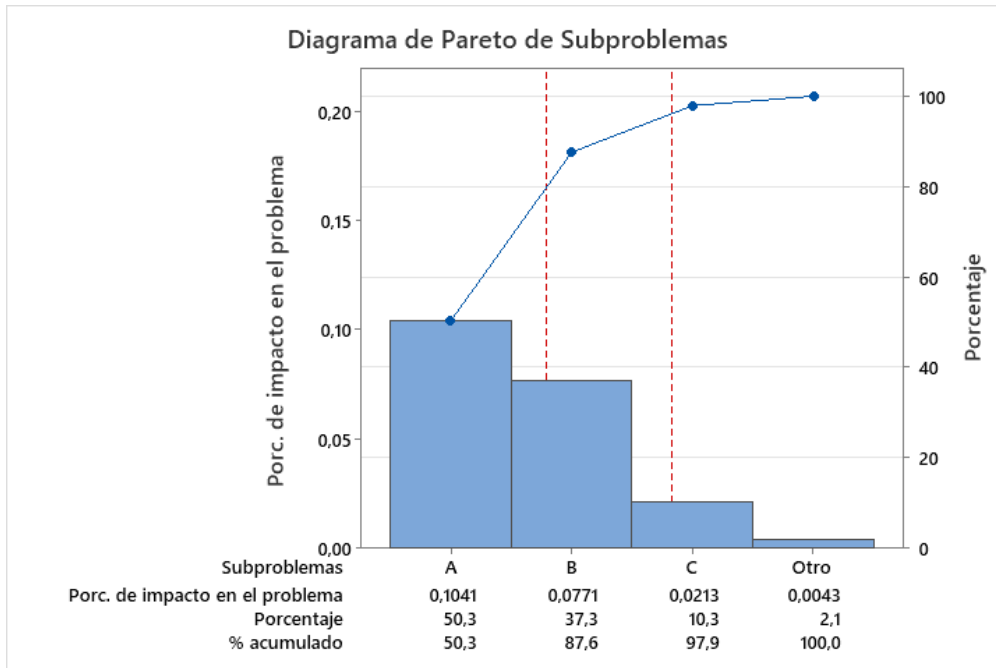


Figura 2.15

Diagrama de Pareto de los subproblemas.



Se tiene que la demora de las actividades específicas del proceso de costura y el desplazamiento por la planta representan el 80% del problema principal.

Para la determinación de las causas raíz del problema principal en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C. se realizará un diagrama de Ishikawa de ambos subproblemas principales:

Figura 2.16

Diagrama de Ishikawa

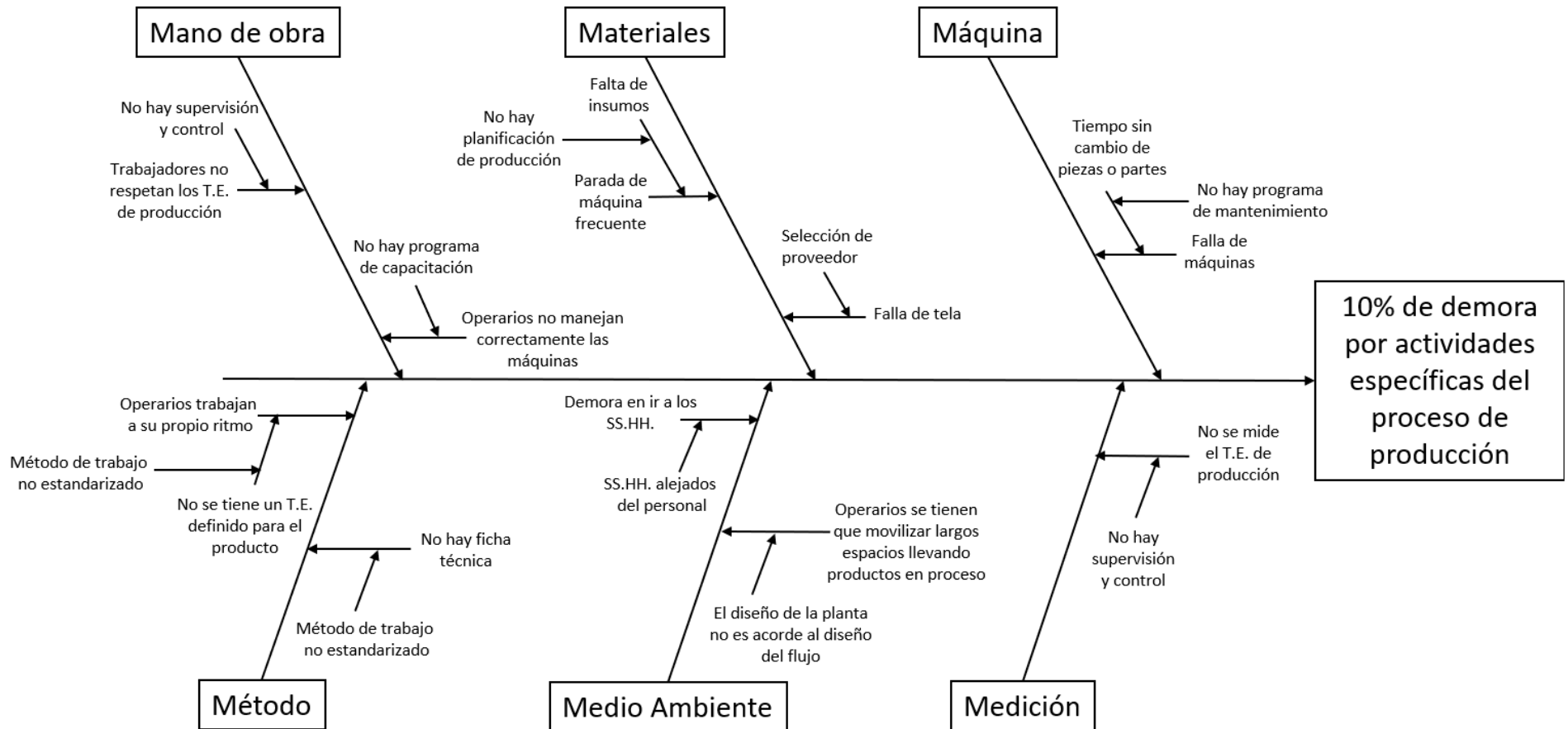
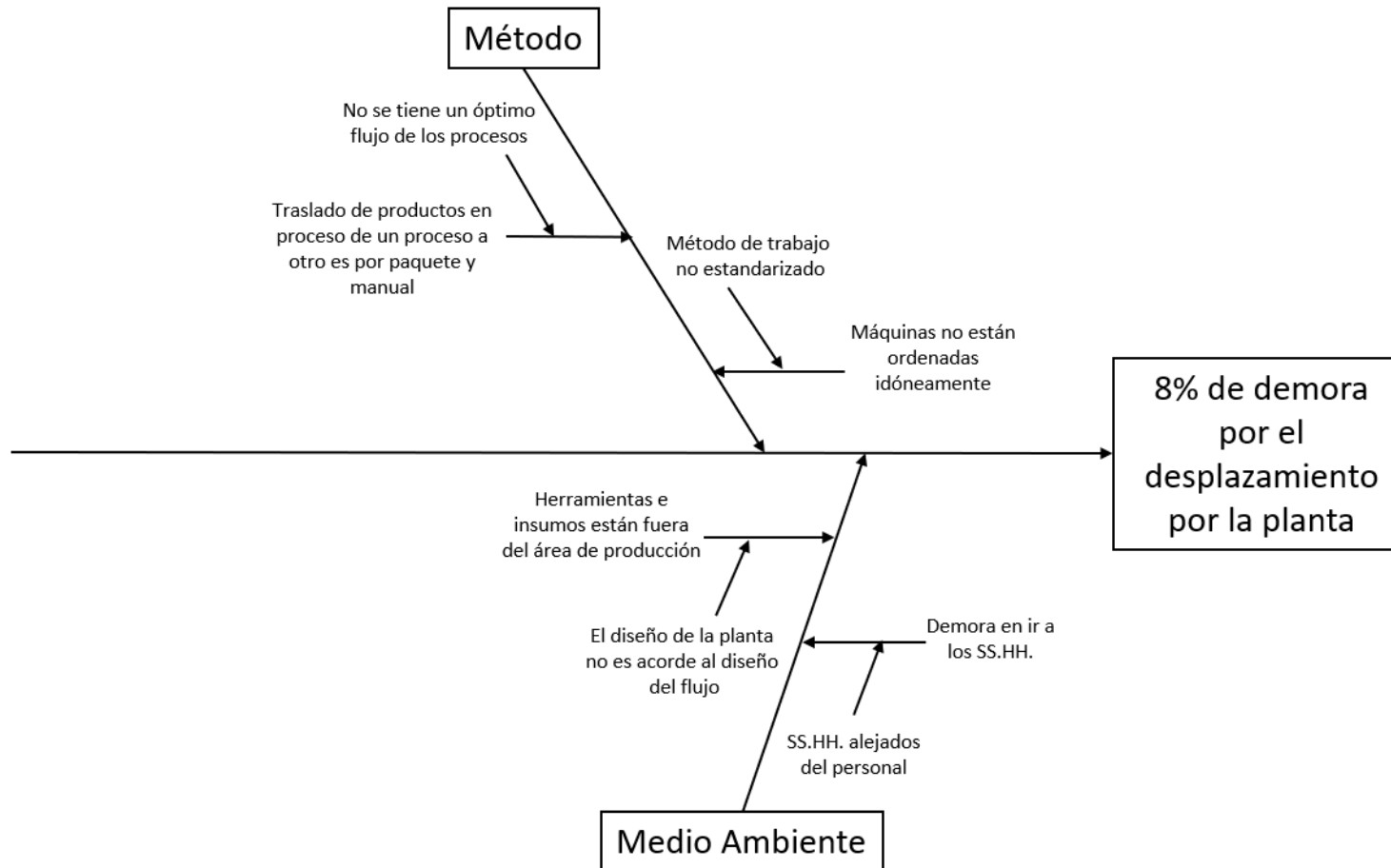


Figura 2.17

Diagrama de Ishikawa



Con las causas expuestas en los diagramas, se identificará las causas raíz principales del problema. Se estará considerando las causas raíz “SS.HH. alejados del personal” y “No se tiene un óptimo flujo de los procesos” dentro de la causa raíz “Diseño de planta no acorde al diseño del flujo”, ya que están relacionadas entre sí.

Para la identificación de las principales causas raíz se realizará un análisis de criticidad, la cual tiene en cuenta a la frecuencia e impacto de cada una de las causas sobre el problema principal. La multiplicación de la frecuencia y el impacto nos dará el impacto, el cual facilitará la clasificación de los problemas.

Tabla 2.7

Tabla de frecuencias

Frecuencia	Valor
Muy frecuente	5
Frecuente	3
Poco frecuente	1

Tabla 2.8

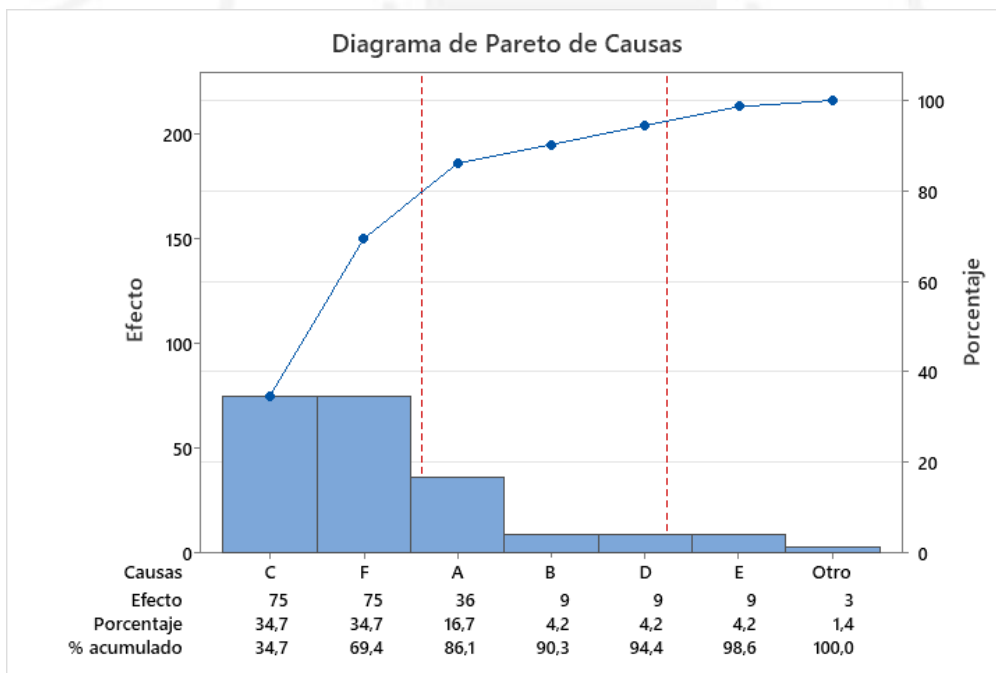
Tabla de impactos

Impacto	Valor
Muy alto impacto	15
Alto impacto	12
Impacto medio	9
Poco impacto	3

Tabla 2.9*Análisis de la criticidad de las causas*

Código	Causas	Frecuencia	Impacto	Efecto
A	No hay supervisión y control	3	3	12
B	No hay programa de capacitación	1	1	9
C	Método de trabajo no estandarizado	5	5	15
D	No hay programa de mantenimiento	1	1	9
E	No hay planificación de producción	1	1	9
F	Diseño de planta no acorde al diseño del flujo	5	5	15
G	Mala selección de proveedor	1	1	3

Asimismo, se utilizará el Diagrama de Pareto para poder visualizar con mayor facilidad las principales causas raíz del problema.

Figura 2.18*Diagrama de Pareto de causas raíz*

Como se puede observar en el diagrama de Pareto, las causas raíz con mayor efecto son las siguientes:

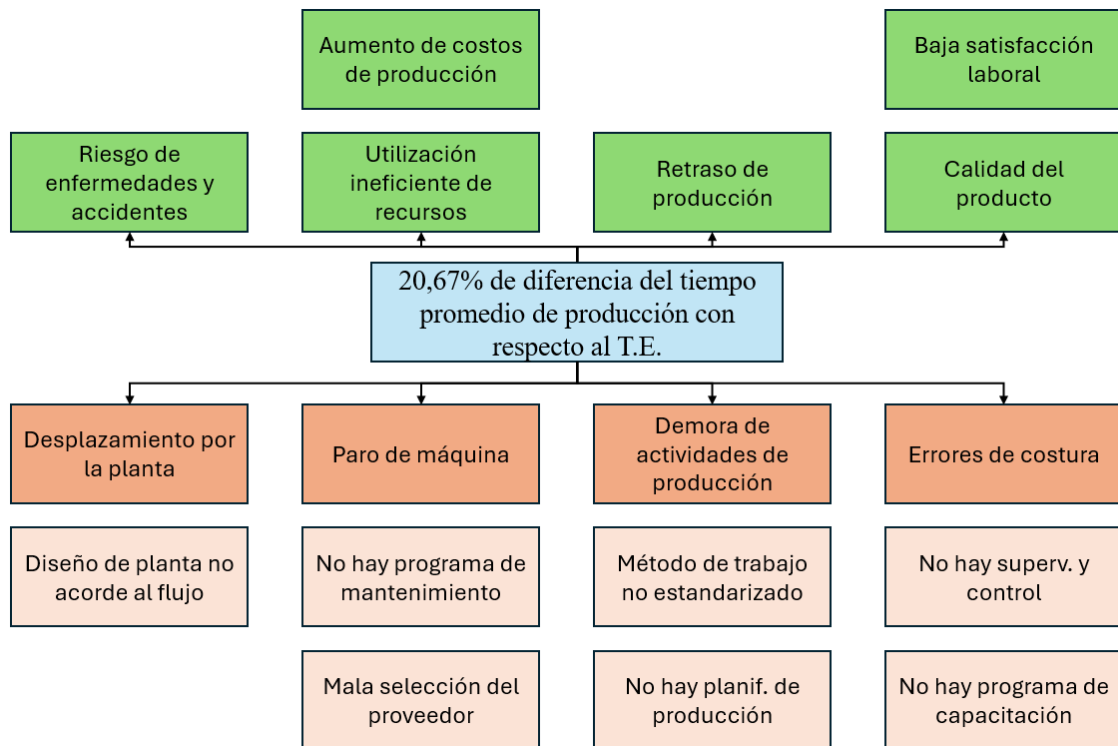
- Método de trabajo no estandarizado (C)
- Diseño de planta no acorde al diseño del flujo (F)

- No hay supervisión y control (A)

Adicionalmente, a continuación, se muestra el árbol del problema, el cual tiene en cuenta al problema principal con sus respectivas causas raíz y efectos.

Figura 2.19

Árbol del problema



2.8 Planteamiento de los objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Reducir a 5% la diferencia del tiempo de producción con respecto al T.E. de producción para el mes de octubre del 2023.
- Reducir a 2% la diferencia generada por la demora de las actividades específicas del proceso de producción en el T.E. de producción para el mes de octubre del 2023.
- Reducir en 10% la distancia de desplazamiento por la planta de producción para el mes de octubre del 2023.

2.9 Revisión de la Literatura

Se recurrió a investigaciones previas y libros para encontrar herramientas que pudiesen aplicarse en la investigación, así como a trabajos de investigaciones similares para contar con una base referencial del proyecto.

- **Díaz, Cluber (2022) “Análisis y propuesta de mejora en empresa de confección de pantalones utilizando herramientas de ingeniería industrial” (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial) PUCP.**

Investigación de mejora para aumentar la productividad en una empresa perteneciente al sector textil y confecciones utilizando herramientas *Lean*, estudio de tiempos y redistribución de planta con la búsqueda de cubrir la demanda no atendida.

Esta investigación es de utilidad, ya que es un caso muy similar al de la presente investigación, tanto como en objeto de estudio, así como al sector al que pertenece y que además utiliza diversas herramientas de ingeniería industrial.

- **Loayza, Maria; Moyasevich, Milushka (2022) “Propuesta de mejora en la tintorería de una empresa textil” (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial) Universidad de Lima.**

Trabajo de investigación de mejora en una empresa del rubro textil que tiene como finalidad reducir el *lead time* en la producción y aumentar la rentabilidad.

Esta investigación es de utilidad, ya que se obtiene información relevante sobre la estructura de la investigación y las estrategias utilizadas, además de pertenecer al mismo sector.

- **Cruz, Desiree y Cieza, Maura (2021) “Mejora en el tiempo del proceso de producción de una microempresa textil mediante la redistribución y reorganización del taller y almacenes” (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial) Universidad de Lima.**

Investigación de una pyme del sector textil y confecciones. Se analizan indicadores y realizan un análisis exhaustivo del área de producción. Identificaron oportunidades de mejora para reducir recorridos y tiempos, para los que tomaron medidas como organizar las estaciones y almacenes, reubicar

ambientes. Tuvieron una mejora del 7% en el tiempo estándar junto a un mejor ambiente de trabajo para los operarios.

Esta investigación es de utilidad, ya que tiene un objeto de estudio similar, además de pertenecer al mismo sector que la puesta en este proyecto de investigación.

- **Espinoza Badillo, Jordan Ernesto (2021) “Mejora en el proceso de producción de chompas en la empresa Innovación Textil S.A.C.” (Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial) Universidad de Lima.**

Trabajo de mejora en el área de producción de una empresa del sector textil y confecciones. Realizó mejoras e implementaciones tales como disposición de planta, aumento de maquinarias y mano de obra, y alcanzó un incremento de 184% en la producción de chompas. Esto le trajo a la empresa mayor ventaja competitiva y mayor valor.

Esta investigación es de utilidad, ya que se obtiene información relevante sobre las estrategias utilizadas, además de tener un objeto de estudio similar y de pertenecer al mismo sector.

- **Dominguez Tafur, Catherine (2020) “Propuesta de balance de línea para la mejora de la productividad y eficiencia del módulo de pijamas de una empresa de confecciones” (Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones) Universidad Nacional Mayor de San Marcos.**

Tesis de mejora en el área de producción de una empresa de confecciones. Realizó la implementación de una mejora al balance de línea. Asimismo, utilizó herramientas como estudio de tiempos y análisis de operaciones.

Esta investigación es de utilidad, ya que utiliza herramientas para el análisis de secuencia de operaciones. Además, utiliza la implementación de un balance de líneas para aumentar la productividad y brindar una tentativa de distribución del área de producción (*layout*).

- **Bonilla, Elsie; Díaz, Bertha; Kleeberg, Fernando; Noriega, María (2020) “Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas”. Universidad de Lima. Fondo editorial.**

El libro presenta aspectos generales de la mejora continua y metodología para su aplicación, así como herramientas y técnicas para la solución de problemas.

El contenido es de utilidad, ya que brinda metodologías y herramientas para el desarrollo de proyectos de mejorando desde la identificación del problema hasta la estandarización de la solución.

- **Campana, Jimena; Carbajal, Nicole (2017) “Mejora en la disposición de planta de la empresa Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C.” (Tesis de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial) Universidad de Lima.**

Investigación de mejora mediante la utilización de disposición de planta. Realiza implementaciones como redimensionado de áreas y redistribución de estaciones de trabajo.

Esta tesis es de utilidad, ya que evidencia la utilización de la disposición de planta como solución para problemas como retraso en la producción e inadecuada disposición de planta.

- **Cuadros, Guillermo y Piedra, Fernando. (2017) “Estudio para la mejora en el área de producción de la empresa Textiles MAG&M S.A.C. aplicando la metodología 5S” (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial) Universidad de Lima.**

Investigación de mejora en el área de producción de una empresa del sector textil y confecciones, especializada en la fabricación de cintas rígidas y elásticas. Se realizó un diagnóstico preliminar y planteó implementar la herramienta 5s, con la finalidad de aumentar la productividad, eliminar desperdicios, entre otros.

Esta investigación es de utilidad, ya que se obtiene información sobre una alternativa de solución aplicada en el mismo sector industrial que la empresa en estudio.

- **Cabrera, Gresia y Pereda, Estefani (2015) “Estudio de mejora integral en la empresa Transportes Pereda S.R.L.” (Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial) Universidad de Lima.**

Investigación de mejora integral que busca el éxito económico mediante la racionalización de recursos y minimizar costos, aplicando un plan para atacar a los problemas existentes en las áreas más críticas de una empresa dedicada al servicio de traslado de piezas y maquinarias de carga pesada a nivel nacional.

La investigación es de utilidad, ya que proponen una mejora e implementación de métodos de trabajo, la cual se alcanzará mejorando el estado del taller para mitigar desperdicios y estandarizar tiempos. Además de que proponen afianzar la estrategia competitiva para mejorar la posición de la empresa de cara a los clientes, competidores y mercado en general.

- **Díaz, Bertha; Jarufe, Benjamín; Noriega, María Teresa (2014) “Disposición de planta”. Segunda edición. Universidad de Lima. Fondo Editorial.**

El libro presenta herramientas para la adecuada distribución de planta.

El contenido es de utilidad, ya que contiene la explicación de conceptos y casos para ejemplificar relacionados al tema de alternativas para solución de problemas de disposición de planta.

- **Niebel, Benjamin W.; Freivalds, Andris (2009) “Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo”. Duodécima edición. McGraw-Hill.**

El libro presenta herramientas y métodos de ingeniería para medir, analizar y diseñar operaciones.

El contenido es de utilidad, ya que contiene la explicación de la forma de realizar el estudio de tiempos considerando la calificación de desempeño y holguras, así como poder hallar el tiempo estándar. Asimismo, explica el balanceo de líneas.

2.10 Normas y estándares aplicables

Actualmente, no existe una Norma Técnica Peruana (NTP) relacionada con la producción de pantalones jeans u otros tipos de pantalones, así como del rotulado de productos de este tipo. Por esta razón, se tomará como referencia la Norma Técnica Colombiana (NTC), las cuales fueron realizadas por ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación):

- **NTC 2260** Pantalones Informales.
- **NTC 340** Información del rotulado de productos textiles.

Por otro lado, se tiene la NTP sobre el tallaje de las prendas de vestir.

- **NTP ISO 8559-2:2020** Designación de tallas de prendas de vestir. Parte 2: Indicadores de dimensión primaria y secundaria.

Según Patricia Larios esta norma indica que la designación de una talla de vestir debe estar comprendida por el rango de dimensión primaria, indicación muy relevante para el tallaje de la prenda, y secundaria, indicación para asegurar el tallaje como altura o peso de la persona. (Universidad de Lima, 2021)

CAPÍTULO III: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1 Vinculación de las causas raíz con las herramientas de solución seleccionadas

En base a los análisis realizados en el capítulo anterior, se logró determinar las principales causas raíz que generan la demora en la producción en la planta de confecciones de la empresa Estilos y Colores S.A.C. A continuación, se plantearán las alternativas de solución:

Diseño y redistribución de planta

La distribución de planta es el ordenamiento de factores productivos, tales como maquinaria, materiales y hombres, de manera que garantice un óptimo flujo de recursos al más bajo costo y con el mínimo de manipulación y acarreo, teniendo en cuenta la seguridad para los trabajadores y la economía del espacio (Díaz et al., 2014).

Las principales causas raíz atacadas serían las siguientes:

- Diseño de planta no acorde al diseño del flujo

Los beneficios que brinda esta solución son:

- Reduce riesgos de enfermedades y accidentes de trabajo, así como eleva la moral y satisfacción del empleado.
- Optima el espacio disponible y organiza la planta con una distribución de acuerdo a la naturaleza y necesidad del producto.
- Acorta el tiempo de producción y aumenta la productividad, ya que reduce el recorrido de operaciones, optimiza el flujo de materiales y maximiza la utilización de recursos.
- Permite estandarizar los procesos.
- Mejora el control de calidad y la supervisión (Díaz et al., 2014).

Por otro lado, los requerimientos que se tienen para esta implementar esta solución son:

- Diagramar la propuesta del nuevo diseño de la distribución optimizada de la planta teniendo en cuenta el tipo de distribución, así como el flujo del proceso de producción y el cálculo de las superficies.

- La empresa necesitará detener sus operaciones el tiempo que dure la ejecución de la redistribución.
- El personal deberá apoyar principalmente en el movimiento de maquinaria, materia prima y otro tipo de mobiliario.

Implementación de la metodología 5S

La metodología 5s tiene como principal propósito lograr un cambio en la conducta del empleado y en la manera que este administra su trabajo. Asimismo, conseguirá tener áreas más limpias, ordenadas y, en consecuencia, más productivas (Bonilla et al., 2020).

Las 5“S” son las siguientes:

1. Clasificar: Seiri.
2. Orden: Seiton.
3. Limpieza: Seiso.
4. Estandarización: Seiketsu.
5. Disciplina: Shitsuke (Bonilla et al., 2020).

Las principales causas raíz atacadas serían las siguientes:

- Método de trabajo no estandarizado.
- No hay supervisión y control.

Los beneficios que brinda esta solución son:

- Se eliminan desperdicios y se mantiene el orden y la limpieza en el trabajo, lo que genera un mejor ambiente.
- Disminuye los accidentes creando condiciones de trabajo seguras y aumenta la conciencia de los empleados con respecto a la conservación de los recursos de la empresa.
- Facilita la estandarización del trabajo, así como mejora la disciplina en el cumplimiento de las especificaciones de cada operación, ya que el personal es partícipe en todo momento de la implementación y los cambios.
- Facilita cualquier tipo de implementación de mejora (Bonilla et al., 2020)

Por otro lado, los requerimientos que se tienen para esta implementar esta solución son:

- La empresa necesita al total de su personal y su compromiso para poder implementar la metodología.
- Capacitar a todos los miembros de la empresa con la metodología, desde los operarios hasta la gerencia general.
- La empresa tendrá que detener sus operaciones para realizar los cambios o reestructuraciones necesarias en las diferentes operaciones y áreas.

Contratación de un supervisor

Es el encargado de dirigir las actividades y vigilar el cumplimiento cabal del estándar de trabajo de un grupo de empleados, por lo que es responsable del rendimiento y de los resultados que alcancen.

Las principales causas raíz atacadas serían las siguientes:

- No hay supervisión y control.

Los beneficios que brinda esta solución son:

- Garantiza que se cumpla cabalmente el estándar establecido en la realización de los diferentes procesos productivos.
- Como parte de sus labores, se tiene la implementación de indicadores que permitan medir el área de producción.
- Apoyo en la planificación de la producción, así como en la toma de decisiones en base a los indicadores.

Por otro lado, los requerimientos que se tienen para esta implementar esta solución son:

- Elaborar la descripción del puesto en base a los requerimientos y funciones que va a tener que cumplir el seleccionado.
- Reclutamiento de la persona idónea, que cuente con la experiencia y la capacidad para poder desempeñarse en el puesto.
- Destinar presupuesto para el salario y garantizar que se podrá cubrir con él.

Determinación de un estándar de trabajo

La determinación de un estándar de trabajo consta principalmente en establecer un método idóneo para la fabricación de un producto teniendo en cuenta los recursos disponibles con los que se cuenta. (Niebel & Freivalds, 2009)

Las principales causas raíz atacadas serían las siguientes:

- Método de trabajo no estandarizado.

Los beneficios que brinda esta solución son:

- Se tiene un método mejorado del trabajo.
- Permite un mejor aprovechamiento de los recursos a lo largo de todo el proceso de producción.
- Maximiza el aprovechamiento del recurso mano de obra y maquinaria.
- Se deja todos los detalles del nuevo método de trabajo por escrito, lo que facilita consultas sobre el mismo.
- Facilita la capacitación de operarios, los cuales pueden consultar y revisar el nuevo método.

Por otro lado, los requerimientos que se tienen para esta implementar esta solución son:

- Tener registro de toda la información de cada uno de los procesos que conforman el método actual.
- Determinar el tiempo de cada operación y actividad mediante un estudio de tiempos.

Las alternativas de solución presentadas quedarían de la siguiente manera:

Tabla 3.1

Propuestas de solución

Causa raíz	Propuesta de solución
Método de trabajo no estandarizado	B. Implementación metodología 5S D. Determinación de un trabajo estándar
Diseño de planta no acorde al diseño del flujo	A. Diseño y redistribución de planta
Falta de supervisión y control	B. Implementación metodología 5S C. Contratación de un supervisor

Con el fin de evaluar las alternativas de solución propuestas se establecerán los siguientes criterios:

- **Complejidad:** Se toma en cuenta la dificultad que conlleva implementar la solución propuesta.
- **Tiempo de implementación:** El periodo de tiempo que conlleva la implementación de la solución propuesta.
- **Inversión:** La cantidad de dinero aproximadamente que se tendría que invertir en la implementación de la solución propuesta.
- **Impacto en problema (Efectividad):** Es el impacto que tendrá la implementación de la solución sobre las causas raíz principales.

A continuación, se muestra las escalas de puntuación para los criterios de evaluación.

Tabla 3.2

Escala de puntuación de los criterios de evaluación

Criterio de evaluación	Escala	Puntaje
Escala de complejidad	Alta	10
	Media	30
	Baja	50
Tiempo de implementación (días)	1 – 15	50
	16 – 30	40
	30 – 60	20
	60 a más	10
Inversión (S/)	0 – 1500	50
	1500 – 3000	40
	3000 – 5000	30
	5001 – 10 000	20
	10 001 a más	10
Impacto en problema (Efectividad)	Muy efectivo	50
	Efectivo	30
	Poco efectivo	10

Asimismo, para determinar el orden de importancia de los criterios se realizó un ranking de factores en conjunto a la gerente general de la empresa:

Tabla 3.3

Matriz de enfrentamiento de criterios de evaluación

	Complejidad	Tiempo	Inversión	Impacto	Total	Porcentaje
Complejidad	X	1	0	0	1	14,3%
Tiempo	1	X	0	0	1	14,3%
Inversión	1	1	X	0	2	28,6%
Impacto	1	1	1	X	3	42,9%
					7	100%

Como se puede ver en la matriz de enfrentamiento, el criterio más importante para la selección de la solución es el Impacto en el problema, seguido por la Inversión y, por último, la Complejidad y el Tiempo.

A partir de la escala de puntuación y la matriz de enfrentamiento, se realizará, a continuación, el Ranking de factores teniendo en cuenta cada alternativa de solución:

Tabla 3.4*Ranking de factores*

	Alternativas	Diseño y redistribución de planta		Metodología 5"S"		Contratación de un supervisor		Determinación de un trabajo estándar	
Criterios	Peso	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación	Puntaje	Ponderación
Complejidad	14,3%	30	4,29	30	4,29	50	7,15	30	4,29
Tiempo	14,3%	40	5,72	10	1,43	40	5,72	20	2,86
Inversión	28,6%	50	14,3	20	5,72	30	8,58	50	14,3
Impacto	42,9%	50	21,45	30	12,87	30	12,87	50	21,45
			45,76		24,31		34,32		42,9

Como se puede observar, la mejor alternativa de solución es el Diseño y redistribución de planta, seguido de Determinación de un trabajo estándar. Se realizará la implementación de ambas soluciones y también se añadirá la implementación de la Contratación de un supervisor para así poder dar solución a las tres principales causas raíz.

Tabla 3.5

Vinculación de causa raíz con solución seleccionada

Causa raíz	Solución seleccionada
Método de trabajo no estandarizado	Determinación de un estándar de trabajo
No hay supervisión y control	Contratación de un supervisor
Diseño de planta no acorde al diseño del flujo	Diseño y redistribución de planta

Cabe resaltar que, por conversaciones con la gerente general, la empresa en estudio ya había implementado la Metodología 5S en el año 2017 con apoyo de PromPeru, pero que no la estarían utilizando en este momento. Se sugirió que se vuelva a utilizar, ya que sería de mucha utilidad por los beneficios que esta trae consigo para las organizaciones.

3.2 Diseño macro de la propuesta de solución

Dadas las soluciones seleccionadas y en acuerdo con la gerencia general de empresa Estilos y Colores S.A.C., se implementarán las tres soluciones seleccionadas.

De acuerdo con Díaz y Noriega (2018), para poder hacer un estudio de Disposición de planta, previamente es necesario hacer estudios del desarrollo del producto, sistema de producción y diseño del proceso, por lo que para la implementación de la solución “Diseño y redistribución de planta” será necesario, como punto de partida, realizar la ficha técnica del producto en estudio.

Posteriormente establecer el sistema de producción proporcionará la estructura que facilita la descripción y ejecución de un proceso y, por último, desarrollar el diseño del proceso para el producto (Díaz et al., 2014).

Por esto, después de definir las especificaciones técnicas del producto, se hará la implementación de la solución “Determinación de un estándar de trabajo”, el cual se

llevará acabo, en primer lugar, conociendo cada una de las operaciones que se realizan en el proceso actual para poder determinar la secuencia de sus operaciones y, posteriormente, realizar un estudio de tiempos para hallar el tiempo estándar. Asimismo, se hará un análisis de los procesos para identificar posibles mejoras en ellos. Por último, una vez que se tenga el proceso mejorado, se procederá a realizar un balance de línea con la finalidad de tener una equilibrada distribución del tiempo de trabajo en las estaciones para maximizar el aprovechamiento de recursos, maquinaria y mano de obra.

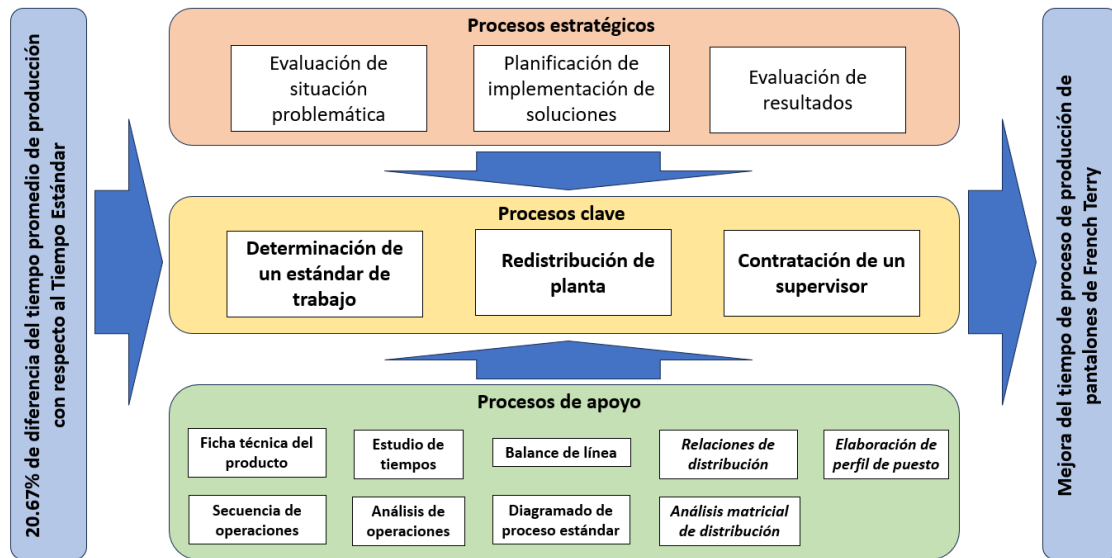
Para la implementación de la solución “Diseño y redistribución de planta” como tal, se realizará el tipo de estudio de “Reordenación de una disposición ya existente”, ya que, según Díaz y Noriega (2018), se realiza para situaciones que presentan problemas como “excesivas distancias por recorrer en la planta” y “deficiente utilización del espacio”. Asimismo, teniendo en cuenta el tipo de disposición de planta a partir del sistema de producción, ambos por producto o en línea, primero se determinará si el espacio con el que cuenta la planta es adecuado para sus actividades mediante el método de Guerchet. Posteriormente, se realizará la distribución general, la cual iniciará con un análisis de relaciones entre las operaciones y áreas involucradas, las cuales, por último, serán analizadas mediante el análisis matricial para comparar las disposiciones.

De forma paralela a la implementación de las otras dos soluciones, se realizará la implementación de la tercera solución, “Contratación de un supervisor”. Para esto se elaborará un perfil del puesto, el cual se hará siguiendo la metodología del “Manual de Perfiles de Puestos” (MPP) en el que se indica las responsabilidades y recursos necesarios, realizado por la Autoridad Nacional del Servicio Civil (2022), para así poder realizar la búsqueda de los candidatos y posteriormente seleccionar al mejor calificado.

A continuación, se presenta un mapa de procesos del diseño macro que se utilizará para la propuesta de solución a desarrollar.

Figura 3.1

Mapa de procesos del desarrollo de la propuesta de solución



3.3 Diseño detallado de la propuesta de solución

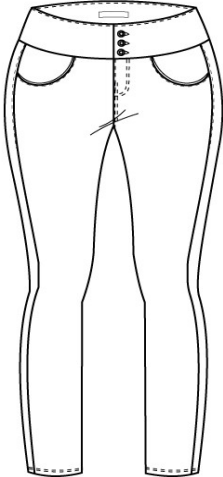
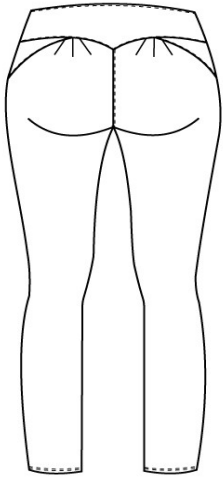
Como punto de partida para las implementaciones, se realizará una ficha técnica de especificaciones para la producción de los pantalones de *french terry* para la marca “Opus Jeans”. En este documento se detallará características y especificaciones técnicas para la producción de los pantalones del modelo indicado, así como recomendaciones, detalles de costura e hilos y pasos a seguir para los procesos.

Este documento se realizó con apoyo de la persona encargada de diseño y desarrollo de prendas en la empresa Estilos y Colores S.A.C., Katty Chugnas.

El documento se encuentra completo en el Anexo N° 2

Figura 3.2

Carátula de ficha técnica de especificaciones para pantalones de *french terry* en la empresa Estilos y Colores S.A.C.

FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN				ESTILOS Y COLORES S.A.C.			
MOLDE:	001	TELA:	FRENCH TERRY CRUDO				
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	28 - 30 - 32 - 34				
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:					
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:		Hoja: 1 - 7			
DELANTERO  ESPALDA 							
Ruta de prendas: 1.- Revisar la tela al recibirla 2. Corte 3. Habilitar para confección 4. Confección 5. Acabados		Observaciones: Abreviatura: ppp = Puntadas por Pulgada ptt = Para Todas las Tallas		Realizado por: Katty Chugnas Branco de la Cruz Fecha: julio - 2023			

Implementación de un estándar de trabajo

El área de producción de la empresa está compuesta por 9 operarios de máquinas de costura, 2 habilitadoras manual y 2 personas en acabados. Estos pueden aumentar o disminuir dependiendo de la demanda. Para la ejecución de los diferentes procesos, la maquinaria que se utiliza es la siguiente:

Tabla 3.6

Maquinaria utilizada

Máquina	Código
Recta	RECT
Remalladora	REMA
Remalladora con puntada	RMPT
Plana 1/4	CUAR
Plana 1/8	OCTA
Recubridora	RECU
Ojaladora	OJAL
Atracadora	ATRQ
Botonera	BOTO

Como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa actualmente no cuenta con un estándar de trabajo, por lo que no tiene un proceso de producción descrito para la fabricación de su producto. Se partirá de una propuesta de secuencia de operaciones realizada en conjunto a la Gerencia y operarios de los procesos de la empresa en estudio.

Tabla 3.7

Secuencia de operaciones actual

SEC.	Nombre de la operación	MAQ	TE(s)
DEL	DELANTERO		
1	Unión "vuelta de pierna" izq. con pierna	Recta	13,5
2	Unión "vuelta de pierna" der. con pierna	Recta	13,5
3	Orillado de garetá	Remalladora	8,8
4	Remallado de garetón	Remalladora	22,2
5	Unión de garetá con pierna izquierda	Recta	9,2
6	Se despunta la unión de garetá con pierna izquierda	Recta	9,0

(continúa)

(continuación)

SEC.	Nombre de la operación	MAQ	TE(s)
7	Se une con el cierre, una parte	Recta	10,9
8	Se hace el "dibujo" sobre la pierna izquierda	Plana 1/8	12,9
	Se une la otra parte del cierre con el garetón y la		
9	pierna derecha	Plana 1/4	20,2
10	Se une la pierna derecha con la izquierda	Plana 1/4	16,4
11	Se une la pierna con la vista	Plana 1/8	22,0
12	Se orilla todas las partes de la vista	Remalle	21,3
ESP	ESPALDA		
13	Doblar y Coser las 3 pinzas izq.	Recta	44,2
14	Doblar y Coser las 3 pinzas der.	Recta	44,2
15	Unir la "cuchilla" a la pierna izq.	Recta	12,7
16	Unir la "cuchilla" a la pierna der.	Recta	12,7
17	Se une la talla a la espalda	Recta	5,8
18	Se unen las espaldas	Remalladora con puntada	13,0
19	Se despunta la unión de las espaldas	Recubridora	16,2
ENS	ENSAMBLE		
20	Se une el delantero con espalda por los costados	Remalladora con puntada	86,4
21	Se respunta la unión	Recta	21,8
22	Se cierra la entrepierna	Remalladora con puntada	25,9
PRE	PRETINA		
23	Se cose la etiqueta a la pretina "interna"	Recta	7,7
	Se "embolsa" (unión) las dos pretinas con el		
24	pantalón	Recta	168,8
	Se respunta la unión y todo el contorno de las		
25	pretinas	Recta	255,9
26	Se hace la basta	Recubierto	16,3
OJA	OJAL Y ATRAQUES		
27	Se hacen los ojales y verificar posición	Ojaladora	11,5
28	Atraques	Atracadora	21,4
ACA	ACABADOS		
29	Se coloca botones	Botonera	11,7
30	Se limpia las hilachas restantes	Manual	21,3
31	Pegar sticker en <i>hangtag</i>	Manual	4,3
32	Colocar hang tag	Manual	12,8
33	Doblado y embolsado	Manual	7,6
	Total		1002,1

Nota. El estudio de tiempos realizado se encuentra en el Anexo N° 3

Asimismo, se realizó un DOP en base a la secuencia de operaciones del proceso de producción actual. (Anexo N° 4)

Por otro lado, como se mencionó en el capítulo anterior, el proceso de producción es realizado en tres grupos, por lo que cada uno de ellos, internamente, decidió el orden de sus máquinas y la distribución de las mismas.

La empresa en estudio no tiene una programación de producción, pero sí tiene pautado la cantidad por modelo y la distribución por talla. A continuación, se muestran los datos recogidos de la producción semanal para poder establecer indicadores iniciales sobre la productividad, eficiencia y eficacia, los cuales nos servirán posteriormente para contrastarlos con la solución propuesta.

Tabla 3.8

Tasa de producción antes de la implementación de la mejora

Semana	Horas de trabajo (semana)	Producción (semana)	Producción/hora
1	48	410	8,54
2	48	440	9,17
3	48	435	9,06
4	48	428	8,92
5	48	415	8,64
6	48	442	9,21
7	48	428	8,92
8	48	432	9,00
3430			

Tabla 3.9

Eficiencia de la forma de producción actual

Semana	Tasa de producción real (pant/hora)	Tasa de producción estándar (pant/hora)	% Eficiencia
1	8,54	10,77	79,29%
2	9,17	10,77	85,14%
3	9,06	10,77	84,12%

(continúa)

(continuación)

Semana	Tasa de producción real (pant/hora)	Tasa de producción estándar (pant/hora)	% Eficiencia
4	8,92	10,77	82,82%
5	8,64	10,77	80,22%
6	9,21	10,77	85,52%
7	8,92	10,77	82,82%
8	9,00	10,77	83,57%

Nota. Para la tasa de producción estándar se consideró el T.E. previamente calculado y que son 3 grupos de trabajo.

Tabla 3.10

Eficacia de la producción actual

Semana	Producción real	Producción esperada	% Eficacia (producción/esperado)
1	410	516	79,46%
2	440	516	85,27%
3	435	516	84,30%
4	428	516	82,95%
5	415	516	80,43%
6	442	516	85,66%
7	428	516	82,95%
8	432	516	83,72%

Nota: Para la tasa de producción estándar se consideró el T.E. previamente calculado y que son 3 grupos de trabajo.

Como se puede evidenciar, las unidades producidas con la forma de trabajo actual en las 8 semanas suman 3430 pantalones. Por otro lado, considerando el T.E. calculado de 16,7 min/pant., se debería estar produciendo 4138 pantalones en el mismo periodo de tiempo, lo cual indica una eficiencia de 82,9% en el método actual de trabajo.

A partir de lo presentado previamente, se hará mejoras en el proceso de producción, para lo cual se realizará ajustes en algunas de las operaciones realizadas

utilizando la técnica del interrogatorio, ya que hay operaciones que pueden combinarse y ser realizadas por el mismo operario en una misma máquina.

Para esto se utilizará la técnica del interrogatorio, la cual, según Kanawaty (1996), es la forma de realizar un examen crítico a cada actividad mediante una serie sistemática de preguntas. Estas se hacen buscando averiguar los siguientes aspectos de las operaciones:

- Propósito
- Lugar
- Sucesión
- Persona
- Medios

Esto con el objetivo de eliminar partes innecesarias del trabajo, combinar siempre que sea posible, reordenar la sucesión de las operaciones para obtener mejores resultados o simplificar la operación. (Kanawaty, 1996)

Se adaptaron las preguntas para el interrogatorio, el cual se le hizo a un operario experto que maneja todas las operaciones del proceso. A continuación, se muestra el resultado:

Tabla 3.11

Técnica del interrogatorio

OPERACIONES	¿Es una operación imprescindible?	¿Se puede eliminar la operación?	¿Se puede cambiar el orden de ejecución?	¿Puede combinarse con otra operación?	¿Se puede simplificar la operación?
Unión "vuelta de pierna" izq con pierna	SI	NO	SI	SI	NO
Unión "vuelta de pierna" der con pierna	SI	NO	SI	SI	NO
Orillado de garetá	SI	NO	NO	NO	NO
Remallado de garetón	SI	NO	NO	NO	NO
Pegado de garetá con pierna izquierda	SI	NO	NO	SI	NO
Pespunte de unión de garetá con pierna izquierda	SI	NO	NO	SI	NO
Pegado con el cierre, una parte	SI	NO	NO	SI	NO
Se hace el "dibujo" sobre la pierna izquierda	SI	NO	NO	NO	NO

(continúa)

(continuación)

OPERACIONES	¿Es una operación imprescindible?	¿Se puede eliminar la operación?	¿Se puede cambiar el orden de ejecución?	¿Puede combinarse con otra operación?	¿Se puede simplificar la operación?
Se une la otra parte del cierre con el garetón y la pierna derecha	SI	NO	NO	SI	NO
Se une la pierna derecha con la izquierda	SI	NO	NO	SI	NO
Se une la pierna con la vista	SI	NO	NO	NO	NO
Se orilla todas las partes de la vista	SI	NO	NO	NO	NO
Doblar y Coser las 3 pinzas izq	SI	NO	NO	SI	NO
Doblar y Coser las 3 pinzas der	SI	NO	NO	SI	NO
Pegado de "cuchilla" a la pierna izq	SI	NO	NO	SI	NO
Pegado de "cuchilla" a la pierna der	SI	NO	NO	SI	NO
Pegado de talla a la espalda	SI	NO	NO	SI	NO
Se unen las espaldas	SI	NO	NO	NO	NO
Se despunta la unión de las espaldas	SI	NO	NO	NO	NO
Se une el delantero con espalda por los lados	SI	NO	NO	SI	NO
Se despunta la unión	SI	NO	SI	SI	NO
Se cierra la entrepierna	SI	NO	SI	SI	NO
Se cose la etiqueta a la pretina "interna"	SI	NO	NO	SI	NO
Se "embolsa" (unión) las dos pretinas con el pantalón	SI	NO	NO	SI	NO
Se despunta la unión y todo el contorno de las pretinas	SI	NO	NO	SI	NO
Se hace la basta	SI	NO	SI	NO	NO
Cose el "dibujo" y ojal	SI	NO	NO	SI	NO
Atraques	SI	NO	NO	NO	NO
Se coloca botones	SI	NO	NO	NO	NO
Se limpia las hilachas restantes + sticker y hangtag + embolsa	SI	NO	NO	NO	NO

Nota. Adaptada de *Propuesta de balance de línea para la mejora de la productividad y eficiencia del módulo de pijamas de una empresa de confecciones* (p. 33), por C. Domínguez Tafur, 2020, Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/12670>)

A partir de las respuestas obtenidas, en conjunto con un operario experto, se harán los cambios en las operaciones para mejorar el proceso.

Las operaciones “pegado de garet”, “pespunte de unión de garet” y “pegado de cierre, un lado” son operaciones consecutivas, pero no realizadas de manera continua; sin embargo, las tres pueden ser realizadas por el mismo operario y realizadas en la misma máquina, recta.

Por lo que se propone la operación (OP1): “Pegado de garet + pespunte + pegado de cierre”

Por otro lado, las operaciones de la espalda izquierda “doblar y coser las pinzas”, “pegado de “cuchilla”” y “pegado de talla” son operaciones seguidas, que no requieren de operaciones previas y son realizadas en la misma máquina, recta.

Por lo que se propone la operación (OP2): “Hacer pinzas izq + pegado de cuchilla izq + pegado de talla”

Asimismo, las operaciones de la espalda derecha “doblar y coser las pinzas” y “pegado de “cuchilla”” son operaciones seguidas, que no requieren de operaciones previas, y puede ser realizadas por el mismo operario en una misma máquina, recta.

Por lo que se propone la operación (OP3): “Hacer pinzas der + pegado de cuchilla der”

En la parte de ensamble, unión de delantero y espalda, las operaciones “unión por los lados” y “cierre de entrepierna” pueden ser consecutivos y realizarse en la misma máquina, remalladora con puntada.

Por lo que se propone la operación (OP4): “unión por lados + cierre de entrepierna”

Por último, las operaciones de pretina “pegado de etiqueta”, “embolsado y unión de pretinas” y pespunte de pretinas” son operaciones que pueden realizarse seguidamente y que son realizadas en la misma máquina, recta.

Por lo que se propone la operación (OP5): “pegado de etiqueta + armado de pretina + pespunte”

A continuación, para las operaciones propuestas se medirá el T.E. y determinará si existe variación con el método de trabajo actual:

Tabla 3.12*Lecturas de nuevas operaciones propuesta*

	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Lectura 5	Lectura 6	Lectura 7	Lectura 8
OP1	23	23	24	25	25,5	25	27	26
OP2	54	54,5	55	55,5	54,5	55	55,5	57
OP3	50,5	52	51,5	51	52	53	53	52
OP4	95	99,5	101	101,5	101	103	104	101
OP5	410	412	415	420	425	420	430	429

Cálculo del tiempo estándar de estas:

Tabla 3.13*Cálculo de variación de las operaciones propuesta con las actuales*

	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5
Lectura 1-2-3 (V=105%)	24,5	57,2	53,9	103,4	433,0
Lectura 4-5-6 (V=95%)	23,9	52,3	49,4	96,7	400,6
Lectura 7-8 (V=90%)	23,9	50,6	47,3	92,3	386,6
TN	24,1	53,4	50,2	97,5	406,7
TE	26,3	58,2	54,7	106,2	443,3
TE Inicial	29,1	62,7	56,9	112,4	424,7
Variación	-0,108	-0,078	-0,040	-0,058	0,042
Variación Porcentual	-10,84%	-7,79%	-4,02%	-5,79%	4,20%

Como se puede ver en el análisis presentado, se combinan 10 operaciones creando 4 operaciones nuevas con las que se tiene una reducción en el tiempo estándar. Esto se ve reflejado también en el tiempo total de la secuencia de operaciones que se redujo de 16,7 min. a 16,40 min.

A continuación, se muestra la secuencia de operaciones propuesta:

Tabla 3.14

Secuencia de operaciones mejorada

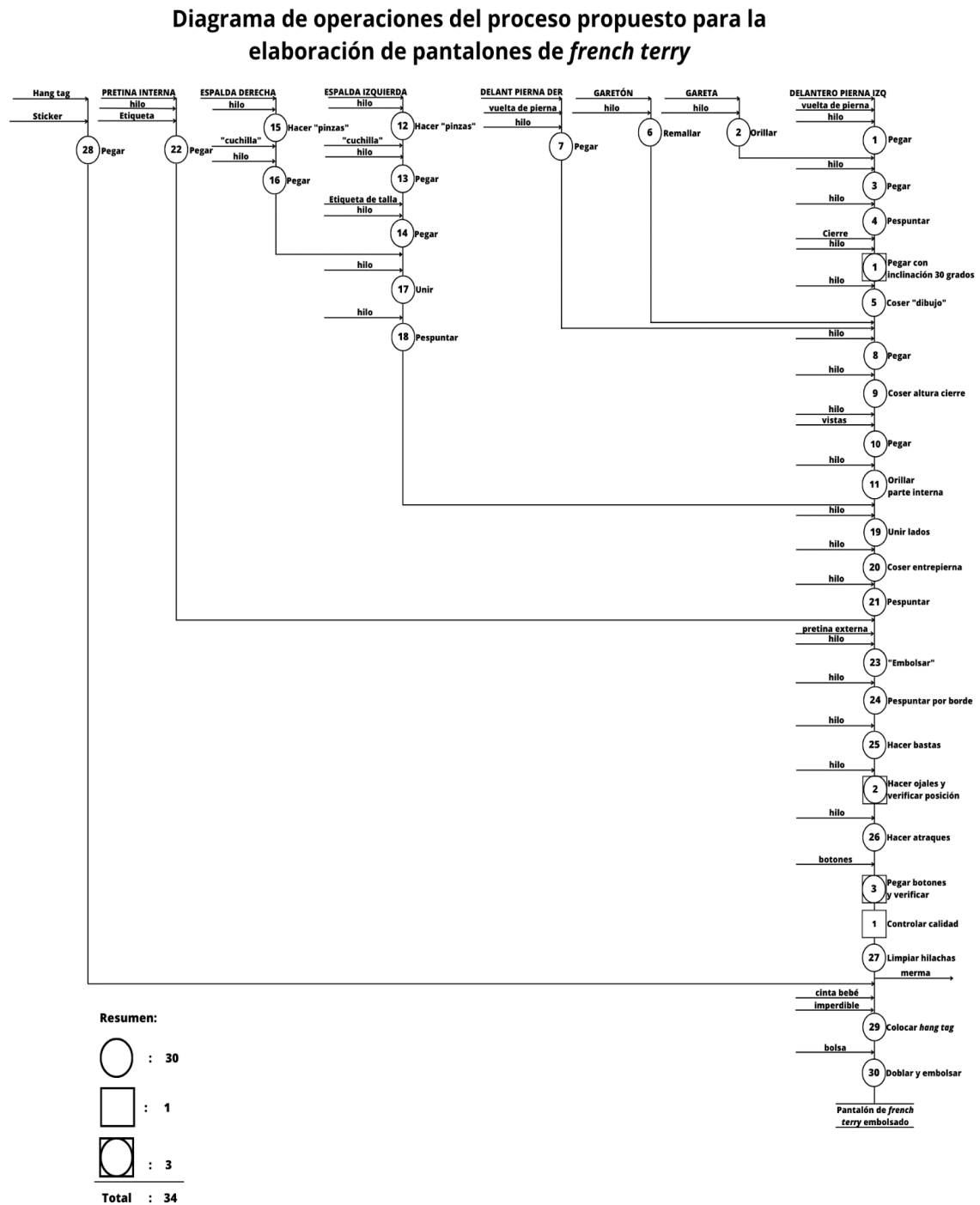
Nombre de la operación		Máquina	TE(S)
DEL	DELANTERO		
1	Doble y unión de "vuelta de pierna" izquierda	RECT	13,5
2	Orillado de garetá	REMA	8,8
3 (OP1)	Pegado de garetá + pespunte + pegado de cierre	RECT	26,3
4	"Dibujo" sobre la pierna izquierda	OCTA	12,9
5	Remallado de garetón	REMA	22,2
6	Doble y unión de "vuelta de pierna" derecha	RECT	13,5
7	Unión con garetón y pierna derecha con cierre	CUAR	20,2
8	Pegado de piernas por altura de cierre (cachito)	CUAR	16,4
9	Pegado de vistas	OCTA	22,0
10	Orillado de vistas parte interna	REMA	21,3
ESP	ESPALDA		
11 (OP2)	Hacer pinzas izq. + pegado de cuchilla izq. + pegado de talla	RECT	58,2
12 (OP3)	Hacer pinzas der. + pegado de cuchilla der.	RECT	54,7
13	Unión de espaldas	RMPT	13,0
14	Pespunte de unión	RECU	16,2
ENS	ENSAMBLE		
15 (OP4)	Unión por lados + cerrar entrepierna	RMPT	106,2
16	Pespunte de unión	RECT	21,8
PRE	PRETINA		
17	Pegado de etiqueta	RECT	7,7
18	"embolsa" (unión) las dos pretinas con el pantalón	RECT	168,8
19	Pespunte pretinas todo el borde	RECT	255,9
20	Basta ambas piernas	RECU	16,3
OJA	OJAL Y ATRAQUES		
21	Se hacen los ojales y verificar posición	OJAL	11,5
22	Atraques	ATRQ	21,4
ACA	ACABADOS		
23	Pegado de botones	BOTO	11,7
24	Limpia las hilachas restantes	MANU	21,3
25	Pegar sticker en <i>hang tag</i>	MANU	4,3
26	Colocar hang tag	MANU	12,8
27	Doblado y embolsado	MANU	7,6
		Total	986,5

Nota. Las operaciones resaltadas en amarillo son las propuestas en la mejora.

Asimismo, se realizó un DOP del proceso mejorado.

Figura 3.3

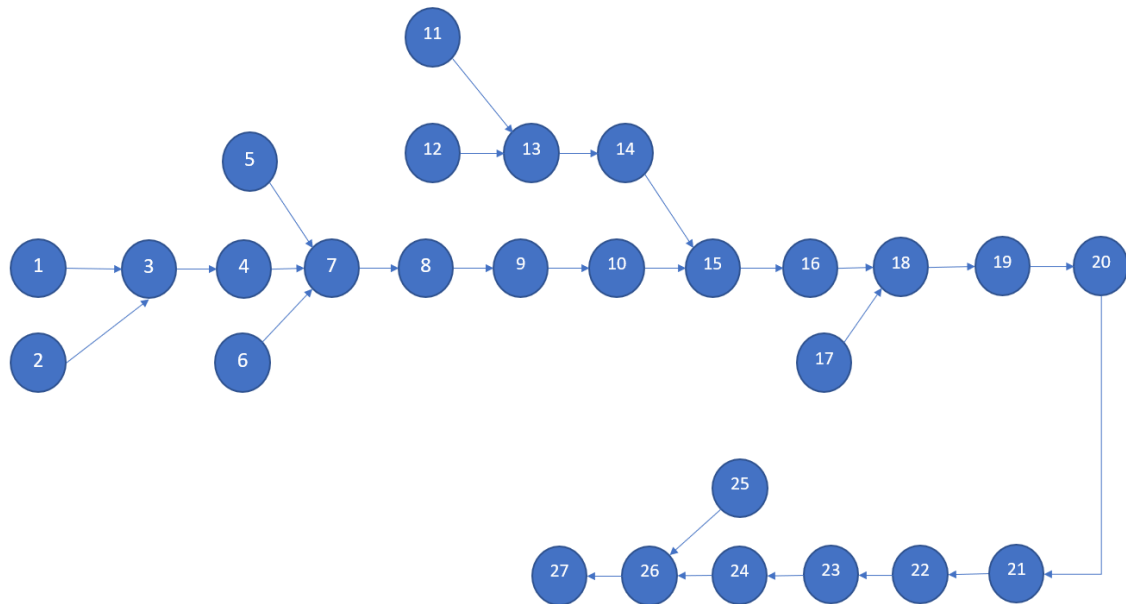
Diagrama de operaciones del proceso propuesto



Para implementar el balance de línea, se realizará un diagrama de precedencia con base en la secuencia de operaciones propuesta.

Figura 3.4

Diagrama de precedencia del proceso mejorado



Nota. Se tomó la numeración de la secuencia de operaciones para la elaboración del diagrama.

En acuerdo con la gerente general, la meta o requerimiento de producción diaria para la línea será de 88 pantalones en una jornada de 8 horas de trabajo.

Asimismo, se determinará el tiempo del ciclo requerido:

$$\text{Tiempo de ciclo requerido} = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Requerimiento de producción}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo requerido} = \frac{8 * 60 * 60}{88}$$

$$\text{Tiempo de ciclo requerido} = 327,27 \text{ segundos/pantalón}$$

$$\text{Tiempo de ciclo requerido} = 5,45 \text{ minutos/pantalón}$$

Será necesario determinar el número de estaciones:

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\sum T.E. \text{ de operaciones}}{\text{Tiempo de ciclo requerido}}$$

$$\text{Número de estaciones} = \frac{986,5 \text{ segundos/pantalón}}{327,7 \text{ segundos/pantalón}}$$

$$\text{Número de estaciones} = 3,01 \approx 4 \text{ estaciones}$$

Se tomará como regla de asignación o método de balanceo el “tiempo más largo para una tarea”, el cual sirve para distribuir, lo más uniforme posible, la carga de trabajo total en la línea tomando como prioridad las actividades que tengan el tiempo de duración mayor para ir ordenando las operaciones teniendo en cuenta el diagrama de precedencia (Tinoco et al., 2018).

Tabla 3.15

Balance de línea

Estación	Operaciones disponibles	Tiempo de Operaciones (s)	Operación seleccionada	MAQ	Tiempo de Operación asignada	Tiempo disponible en la estación
1	1, 2, 5, 6, 11, 12, 17, 25	13,5, 8,8, 22,2, 13,5, 58,2, 54,7, 7,7, 4,3	11	RECT	58,2	269,1
	1, 2, 5, 6, 12, 17, 25	13,5, 8,8, 22,2, 13,5, 54,7, 7,7, 4,3	12	RECT	54,7	214,4
	1, 2, 5, 6, 17, 25	13,5, 8,8, 22,2, 13,5, 7,7, 4,3	5	REMA	22,2	192,2
	1, 2, 6, 17, 25, 13	13,5, 8,8, 13,5, 7,7, 4,3, 13	1	RECT	13,5	178,7
	2, 6, 17, 25, 13	8,8, 13,5, 7,7, 4,3, 13	6	RECT	13,5	165,2
	2, 17, 25, 13	8,8, 7,7, 4,3, 13	13	RMPT	13	152,2
	2, 17, 25, 14	8,8, 7,7, 4,3, 16,2	14	RECU	16,2	136,0
	2, 17, 25	8,8, 7,7, 4,3	2	REMA	8,8	127,2
	17, 25, 3	7,7, 4,3, 26,3	3	RECT	26,3	100,9
	17, 25, 4	7,7, 4,3, 12,9	4	OCTA	12,9	88,0
	17, 25, 7	7,7, 4,3, 20,2	7	CUAR	20,2	67,8
	17, 25, 8	7,7, 4,3, 16,4	8	CUAR	16,4	51,4
	17, 25, 9	7,7, 4,3, 22	9	OCTA	22	29,4
	17, 25, 10	7,7, 4,3, 21,3	10	REMA	21,3	8,1
	17, 25, 15	7,7, 4,3, 106,2	-	-	-	-
2	17, 25, 15	7,7, 4,3, 106,2	15	RMPT	106,2	221,07
	17, 25, 16	7,7, 4,3, 21,8	16	RECT	21,8	199,27
	17, 25	7,7, 4,3	17	RECT	7,7	191,57
	25, 18	4,3, 168,8	18	RECT	168,8	22,77

(continúa)

(continuación)

Estación	Operaciones disponibles	Tiempo de Operaciones (s)	Operación seleccionada	MAQ	Tiempo de Operación asignada	Tiempo disponible en la estación
	25, 19	4,3, 255,9	-	-	-	-
3	25, 19	4,3, 255,9	19	RECT	255,9	71,37
	25, 20	4,3, 16,3	20	RECU	16,3	55,07
	25, 21	4,3, 11,5	21	OJAL	11,5	43,57
	25, 22	4,3, 21,4	22	ATRQ	21,4	22,17
	25, 23	4,3, 11,7	23	BOTO	11,7	10,47
	25, 24	4,3, 21,3	-	-	-	-
4	25, 24	4,3, 21,3	24	MANU	21,3	305,97
	25	4,3	25	MANU	4,3	301,67
	26	12,8	26	MANU	128	288,87
	27	7,6	27	MANU	7,6	281,27

Para evaluar el número de estaciones realizado se tiene:

Producción diaria: 88 pantalones

Número de unidades por hora:

$r = 88 / 8 = 11$ unidades por hora.

Tiempo de cadencia:

$c = (1/11) * 60 = 5,45$ minutos por unidad

Tiempo ocioso probable de la línea:

$t_o = (4 \times 5,45) - 16,4 = 5,4$ minutos

La eficiencia de la línea será:

$$Ef = \frac{\sum t. estandar}{\text{Número de estaciones} \times \text{tiempo de cadencia}}$$

$$Ef = \frac{16,4}{4 \times 5,45} \times 100\% = 75,23\%$$

Es decir, al producir diariamente 88 pantalones se tendrá una eficiencia del 75,23% de la línea. La línea propuesta puede producir un máximo diario de 112 prendas. Por otro lado, el tiempo de cadencia es referido para 88 unidades, de acuerdo al requerimiento diario.

Para el cálculo de operarios por estación se utilizará la siguiente expresión:

$$N. Operarios = \frac{(T. Estándar * Índice de producción)}{Eficiencia planeada}$$

Se requiere del índice de producción (ip), el cual es la cantidad de unidades diaria requerida entre el tiempo disponible, por lo que se tiene:

$$ip = 88 \text{ pantalones} / 480 \text{ minutos} = 0,183 \text{ pantalones/minuto}$$

Con este índice podemos determinar el número de operarios por estación:

Tabla 3.16

Cálculo de número de operarios por estación

	Te (m)	Núm. Operarios	
Estación 1	5,32	1,30	≈ 2 operarios
Estación 2	5,075	1,24	≈ 2 operarios
Estación 3	5,28	1,29	≈ 2 operarios
Estación 4	0,77	0,19	≈ 1 operario

Se tiene que la línea tendrá 6 operarios entre las estaciones 1, 2 y 3, y un operario para la estación 4. Siendo en total 7 operarios como mínimo para la línea.

A continuación, se propondrá una distribución de máquinas (*layout*), ver figura 3.4, el cual se basa en el nuevo diseño del proceso y el balance de líneas previamente realizado. Asimismo, la cantidad de maquinaria a utilizar en la línea sería la siguiente:

Tabla 3.17

Maquinaria a utilizar en la línea

Máquinas	RECT	REMA	RMPT	CUAR	OCTA	RECU	OJAL	ATRQ	BOTO
Nº maq.	9	3	2	2	2	2	1	1	1

En total, se tiene 23 máquinas para la línea.

Figura 3.5

Layout propuesto para línea de producción

Implementación del diseño y redistribución de planta

Como se mencionó en el capítulo anterior, el diseño de la planta no es acorde al flujo de materiales. Asimismo, se tiene que los insumos y herramientas están fuera del área de producción, así como el baño también está alejado del mismo. Por estas causas se tienen demoras en los procesos de producción, debido a las distancias en el recorrido.

Primero, se realizará el cálculo de las superficies para la distribución de la planta teniendo en cuenta la nueva cantidad de maquinaria a utilizar según el *layout* propuesto utilizando el método de Guerchet.

Para poder aplicar este método, según Díaz y Noriega (2018), se necesita tener el número total de operarios y equipos de acarreo, los cuales serán llamados “elementos móviles”, así como la cantidad de maquinaria y equipos a utilizar, los cuales serán llamados “elementos estáticos”.

La superficie total es calculada multiplicando el número de elementos y la suma de las tres superficies parciales:

$$St = n (Sg + Ss + Se)$$

Donde:

St: superficie total.

Ss: superficie estática.

Sg: superficie gravitacional.

Se: superficie de evolución.

n: número de elementos estáticos o móviles.

N: número de lados (Díaz & Noriega, 2018).

Tabla 3.18

Cálculo de superficie requerida en la planta por método de Guerchet

Elementos	Zona	Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	h (m)	Ss (m²)	Sg (m²)	Se (m²)	St (m²)	Ss*n*h	Ss*n
Estáticos	Producción	Recta	9,00	1,00	0,50	1,20	1,65	0,60	0,60	0,96	19,46	8,91	5,40
	Producción	Remalladora	3,00	1,00	0,50	1,20	1,65	0,60	0,60	0,96	6,49	2,97	1,80
	Producción	RM con PT	2,00	1,00	0,50	1,20	1,65	0,60	0,60	0,96	4,32	1,98	1,20
	Producción	Planta 1/4	2,00	1,00	0,50	1,20	1,65	0,60	0,60	0,96	4,32	1,98	1,20
	Producción	Plana 1/8	2,00	1,00	0,50	1,20	1,65	0,60	0,60	0,96	4,32	1,98	1,20
	Producción	Recubridora	2,00	1,00	0,50	1,20	1,65	0,60	0,60	0,96	4,32	1,98	1,20
	Producción	Ojaladora	1,00	1,00	0,60	1,40	1,35	0,84	0,84	1,35	3,03	1,13	0,84
	Producción	Atracadora	1,00	1,00	0,60	1,40	1,40	0,84	0,84	1,35	3,03	1,18	0,84
	Producción	Botonera	1,00	1,00	0,50	0,60	1,25	0,30	0,30	0,48	1,08	0,38	0,30
	Producción	Mesa habilitado	1,00	4,00	1,80	2,00	0,85	3,60	14,40	14,43	32,43	3,06	3,60
	Producción	Mesa PT	1,00	4,00	1,00	2,00	0,85	2,00	8,00	8,01	18,01	1,70	2,00
	Producción	Estante de insumos/herram.	2,00	1,00	0,60	2,70	2,00	1,62	1,62	2,60	11,67	6,48	3,24
	Corte	Mesa de corte	1,00	2,00	13,60	2,00	0,80	27,20	54,40	65,40	147,00	21,76	27,20
	Corte	Espacio Rollos de tela	1,00	4,00	1,80	1,80	0,50	3,24	12,96	12,98	29,18	1,62	3,24
	Corte	Cortadora manual	1,00	1,00	0,30	0,30	0,80	0,09	0,09	0,14	0,32	0,07	0,09
	Acabados	Mesa de acabado 1	1,00	2,00	4,20	1,00	0,80	4,20	8,40	10,10	22,70	3,36	4,20
	Acabados	Mesa de despacho	1,00	2,00	4,20	1,00	0,80	4,20	8,40	10,10	22,70	3,36	4,20
	Acabados	Mesa de acabado 2	1,00	2,00	1,20	2,60	0,90	3,12	6,24	7,50	16,86	2,81	3,12
	Acabados	Mesa de acabado 3	1,00	2,00	1,10	4,70	0,85	5,17	10,34	12,43	27,94	4,39	5,17
	Acabados	Perlera	2,00	1,00	0,50	0,70	1,30	0,35	0,35	0,56	2,52	0,91	0,70
	Acabados	Estante de avíos	1,00	1,00	0,60	2,00	1,70	1,20	1,20	1,92	4,32	2,04	1,20
Móviles		Operarios	9	-	-	-	1,65	0,5	-	-	-	12,375	7,500
Área total Guerchet											386,043	m²	

El cálculo del coeficiente de evolución, factor k , utilizado para el método:

$$h_{em} = \frac{12,38}{7,50} = 1,65$$

$$h_{ee} = \frac{74,05}{71,94} = 1,03$$

$$k = \frac{1,65}{2,06} = 0,80$$

Al área total requerida hallada por el método de Guerchet se le debe sumar las áreas faltantes de la empresa para encontrar el área total requerida por la planta:

Área total (m ²)	
Área de Producción según Guerchet	112,49
Área de Corte Según Guerchet	176,51
Área de Acabados según Guerchet	97,05
Almacén PT	45,4
Área de diseño	26,3
Gerencia	24,6
SSHH	3,9
Casilleros	2
Área total en m ² :	488,24

La empresa actualmente cuenta con tres pisos de 170 m² útiles, es decir 510 metros cuadrados, por lo que dispone de un área suficiente para cubrir el requerimiento hallado por el método de Guerchet.

Ahora se procederá a analizar la disposición de los diferentes procesos y sectores para determinar la relación de cercanía que deben tener entre ellos, para lo que se tendrá en cuenta el flujo de procesos y de materiales. Con base en este análisis se desarrollará la propuesta para la nueva distribución de la planta.

Para encontrar la relación de cercanía se utilizará una tabla relacional, para el que se necesita:

- Tabla de valor proximidad
- Lista de razones o motivos

A continuación, se muestra la escala de valores para evaluar la proximidad de los procesos o sectores. Se utilizará las escalas e identificadores propuestos por Díaz et al. (2014):

Tabla 3.19

Escala de valores para la proximidad

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Nota. De *Disposición de planta* (p. 304), por B. Díaz, B. Jarufe y M. Noriega, 2014, Fondo Editorial. Universidad de Lima

Asimismo, se realizó la lista de razones o motivos para sustentar el valor de proximidad:

Tabla 3.20

Lista de razones de proximidad

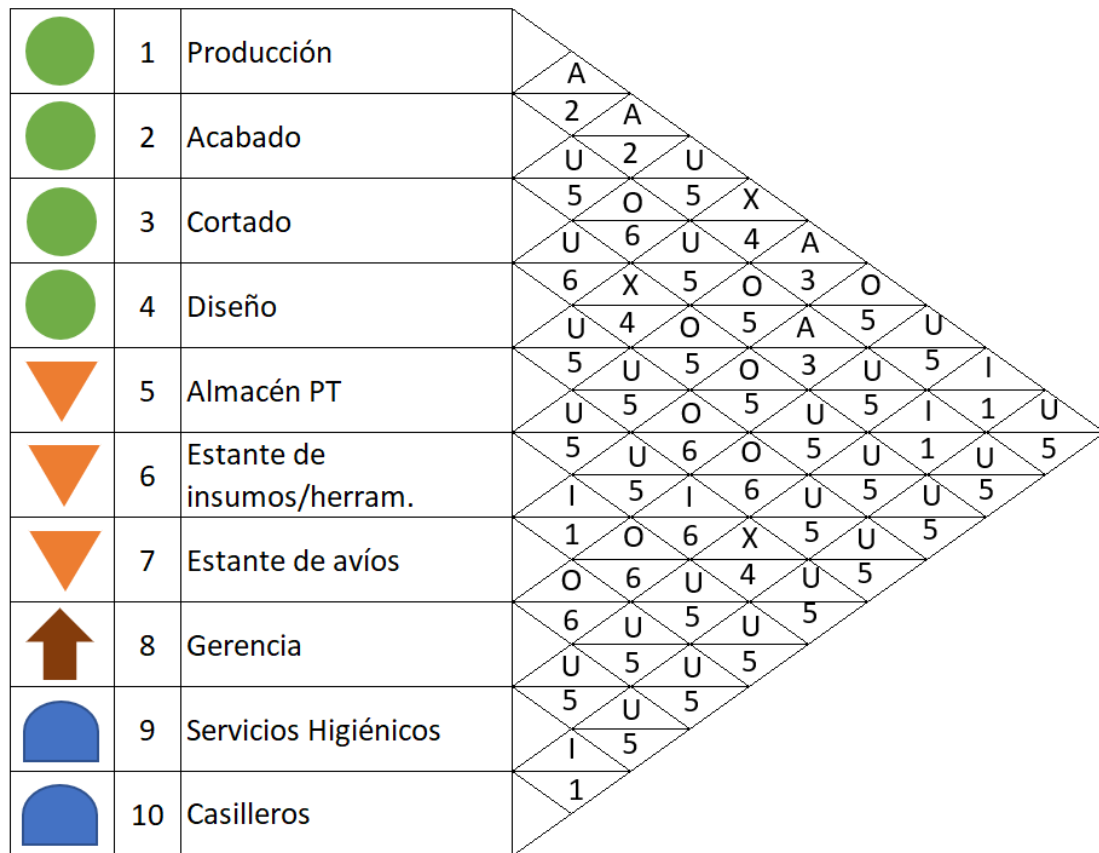
Código	Motivos
1	Reducir recorrido innecesario
2	Flujo de operaciones
3	Flujo de materiales
4	No ensuciar el producto
5	No es necesario
6	Coordinación y control

Nota. Adaptada de *Disposición de planta* (p. 305), por B. Díaz, B. Jarufe y M. Noriega, 2014, Fondo Editorial. Universidad de Lima

A continuación, se presenta un diagrama del análisis de relación de actividades y áreas de la planta.

Figura 3.6

Análisis relacional



Se tiene los siguientes valores de proximidad:

A: (1,2) (1,3) (1,6) (2,7)

I: (1,9) (2,9) (5,8) (6,7) (9,10)

O: (1,7) (1,9) (2,9) (5,8) (6,7) (9,10)

U: (1,4) (1,8) (1,10) (2,3) (2,4) (2,8) (3,4) (3,8) (3,9) (3,10) (4,5) (4,6) (4,9) (4,10) (5,6) (5,7) (5,10) (6,9) (6,10) (7,9) (7,10) (8,9) (8,10)

X: (1,5) (3,5) (5,9)

Para observar gráficamente la relación del valor de proximidad de estos procesos o sectores se hará uso del diagrama relacional de recorrido o actividades, el cual se basa en la tabla relacional. Para esto, en una tabla se indicarán los símbolos con los que se

podrá identificar los procesos o sectores y en otra, poder indicar la proximidad e intensidad relativa del recorrido.

Tabla 3.21

Tabla de identificación de actividades

Símbolo	Color	Actividad
	Rojo	Operación (montaje o submontaje)
	Verde	Operación, proceso o fabricación
	Amarillo	Transporte
	Naranja	Almacenaje
	Azul	Control
	Azul	Servicios
	Pardo	Administración

Nota. De *Disposición de planta* (p. 306), por B. Díaz, B. Jarufe y M. Noriega, 2014, Fondo Editorial. Universidad de Lima

Tabla 3.22

Tabla de código de las proximidades

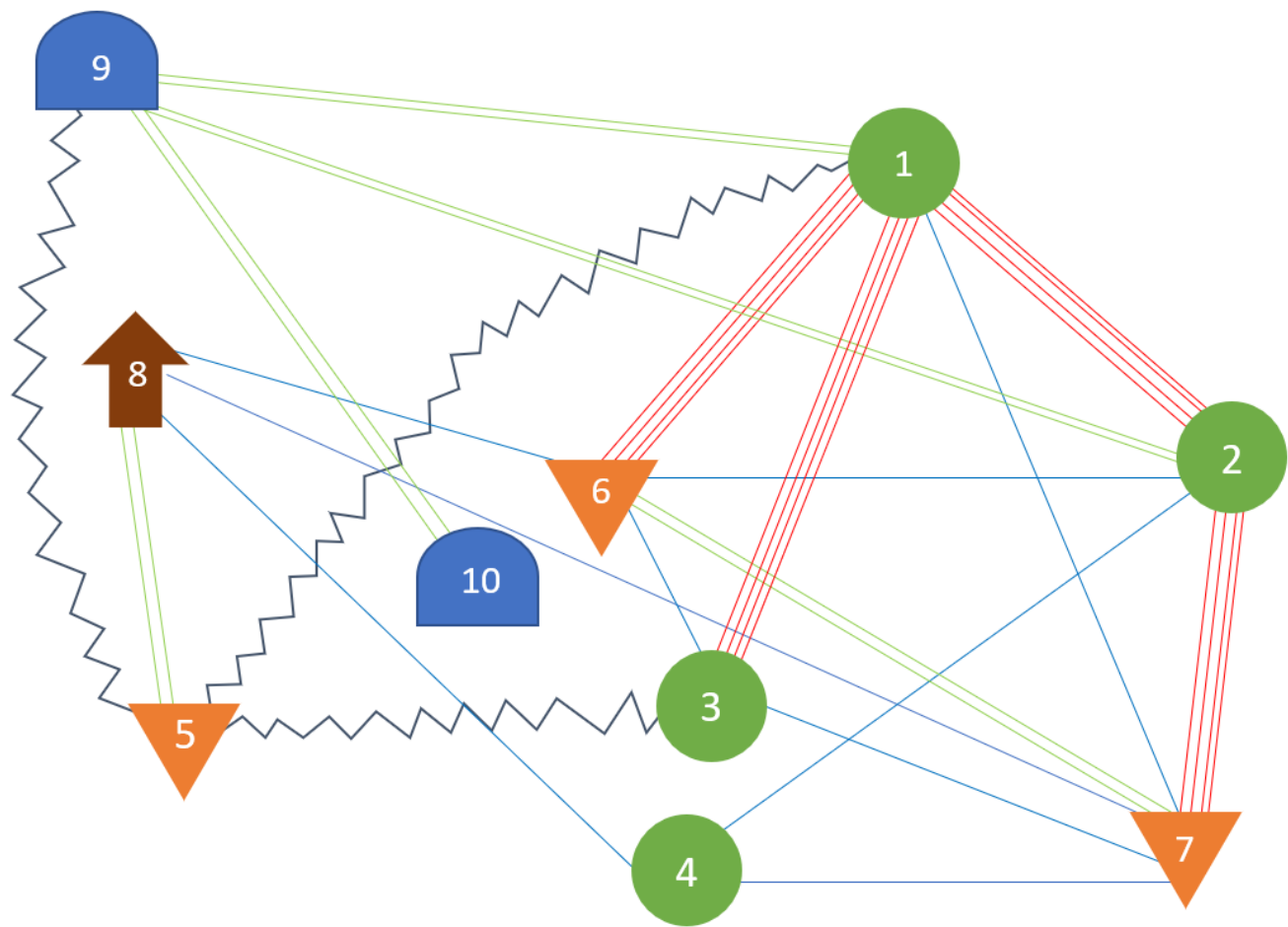
Código	Proximidad	Color	Nº de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal	Azul	1 recta
U	Sin importancia	-	-
X	No deseable	Plomo	1 zigzag

Nota. De *Disposición de planta* (p. 306), por B. Díaz, B. Jarufe y M. Noriega, 2014, Fondo Editorial. Universidad de Lima

A continuación, se presenta el diagrama relacional de actividades.

Figura 3.7

Diagrama relacional de actividades



A continuación, se presenta la distribución actual y posteriormente, la propuesta en base a la tabla y diagrama relacional.

Como se explicó previamente, la planta cuenta con 3 pisos en los que actualmente se presenta la siguiente distribución:

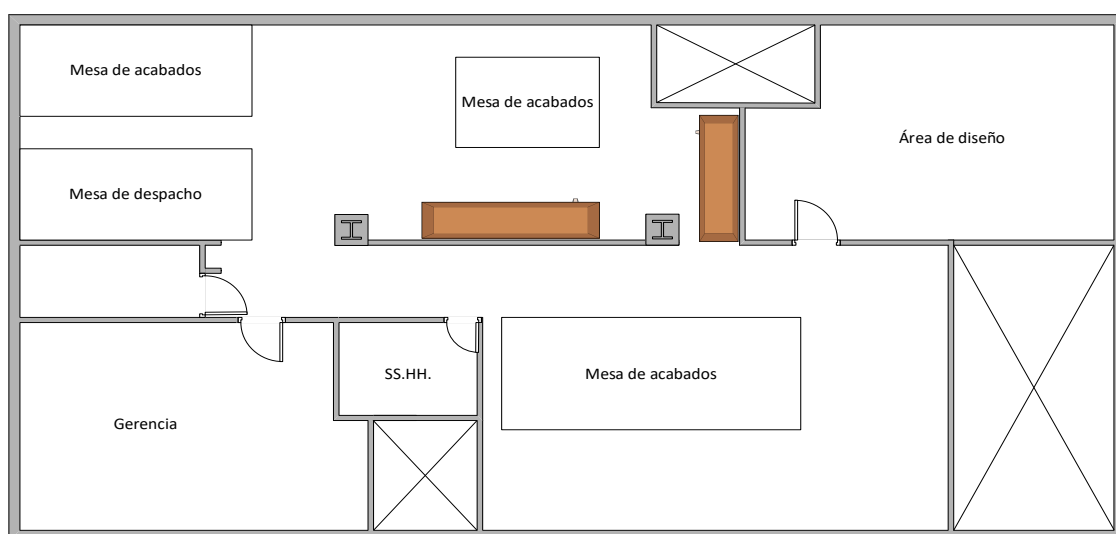
Tabla 3.23

Distribución actual por piso

Distribución actual de planta por piso	
Tercero piso	Gerencia, Diseño, Acabados, casilleros, andamio de avíos, andamio de insumos, SS.HH. y mesa de despacho
Cuarto piso	Corte y Almacén PT.
Quinto piso	Producción

Figura 3.8

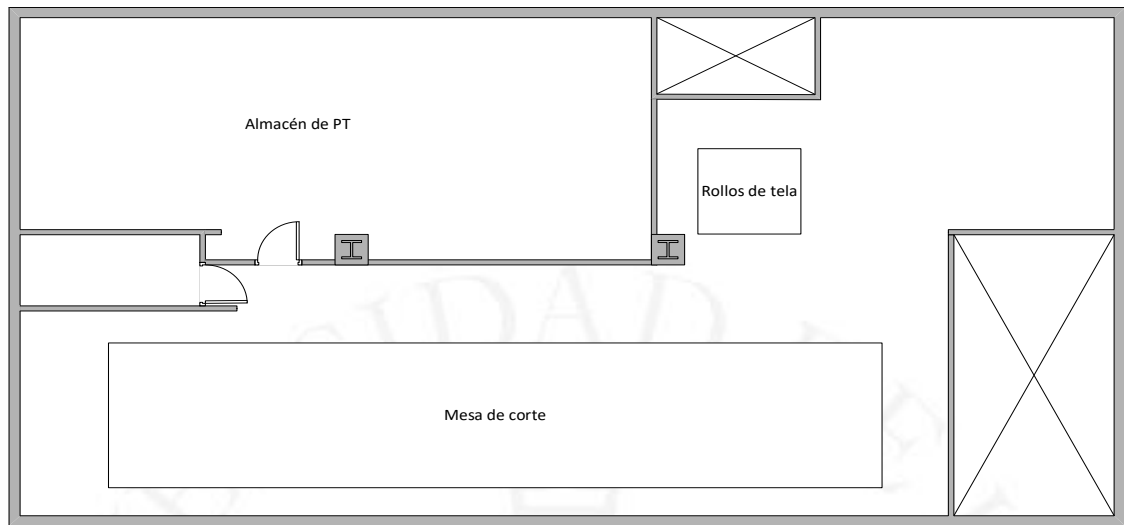
Distribución actual del tercer piso



En la distribución actual, en el tercer piso se tiene las áreas de gerencia y diseño junto a los espacios en los que se realizan los acabados y despacho. Es decir, posteriormente a que las prendas son terminadas, embolsadas, tienen que subir al cuarto piso para ser almacenadas.

Figura 3.9

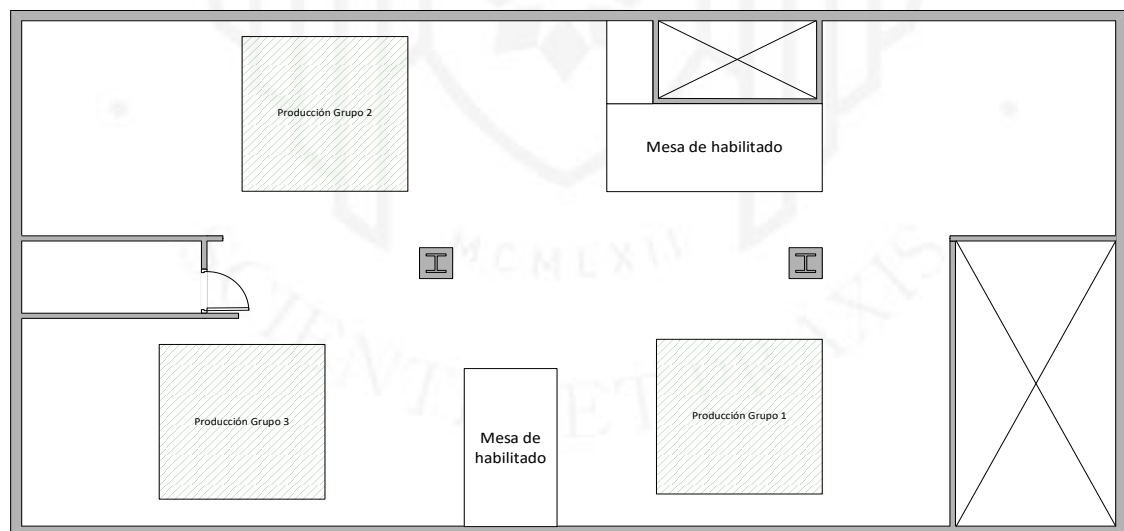
Distribución actual del cuarto piso



En la distribución actual, se encuentra el área de corte y almacén de productos terminados en el cuarto piso. Desde este piso sale la tela cortada para la confección en el quinto piso y asimismo, llegan los productos terminados a este.

Figura 3.10

Distribución actual del quinto piso

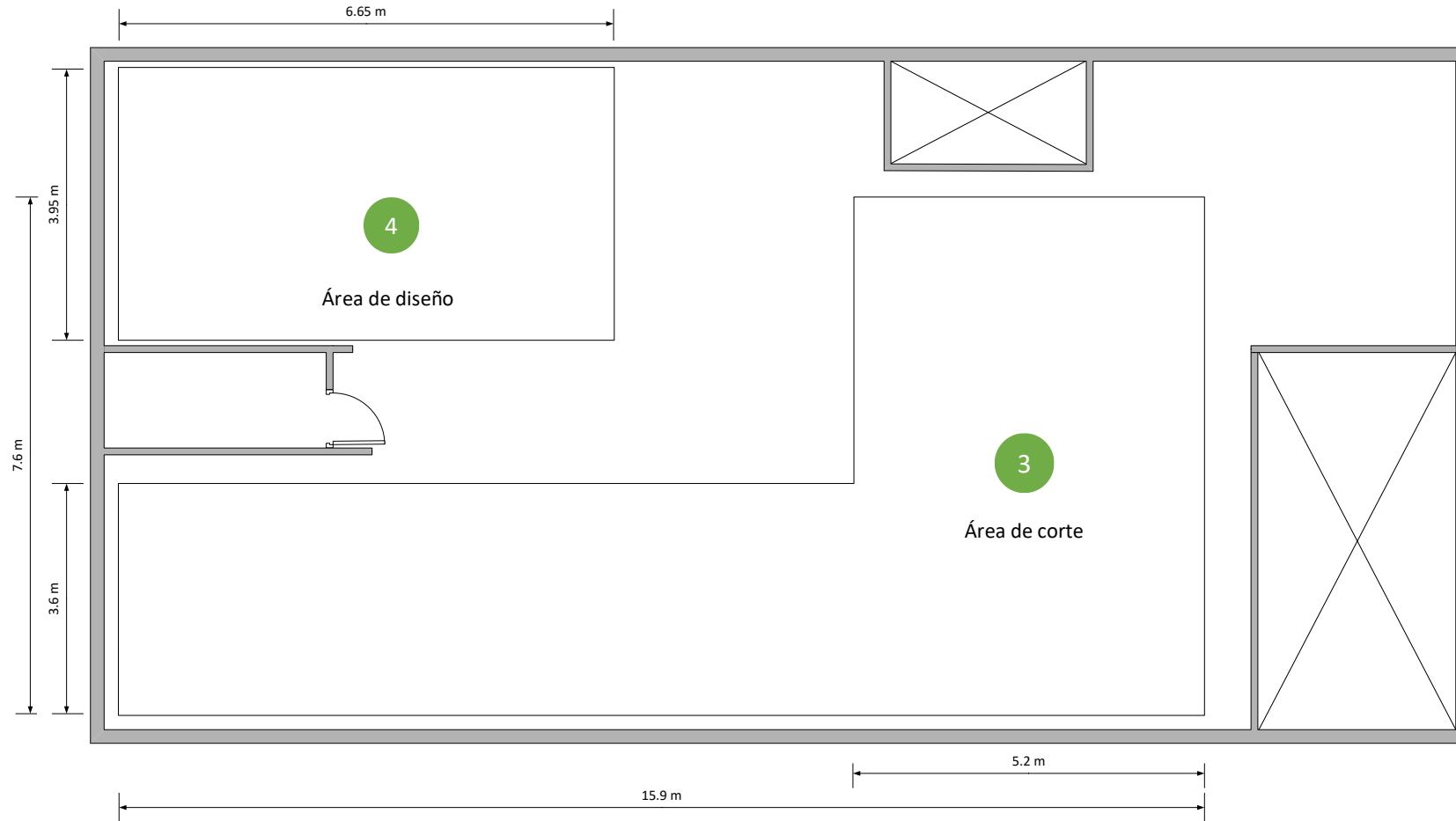


En el quinto piso según la distribución actual se realiza el proceso de confección de los pantalones. Una vez que son terminados, son llevados al tercer piso para continuar con acabados.

La distribución propuesta es la siguiente:

Figura 3.11

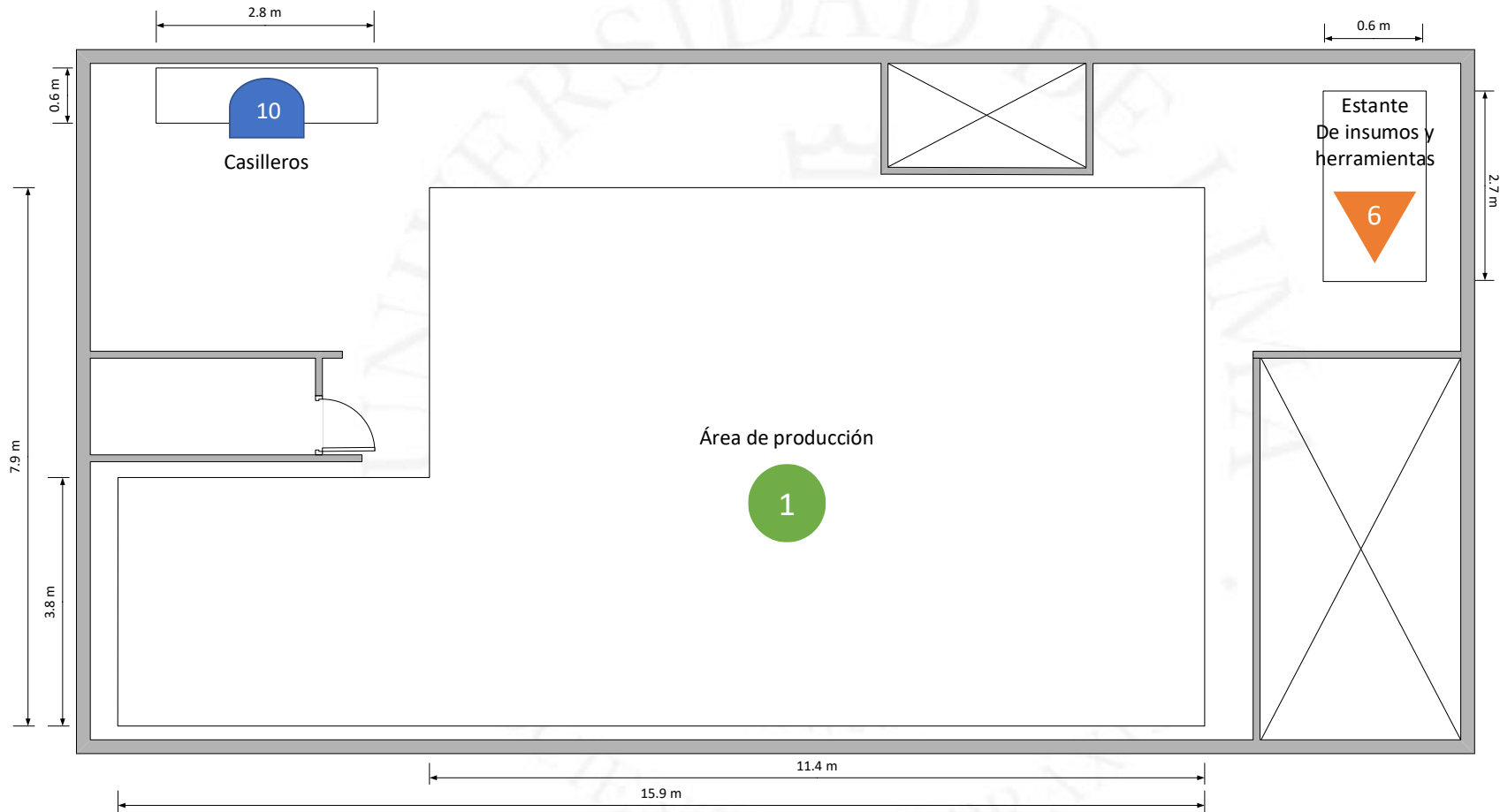
Distribución propuesta del quinto piso



La distribución propuesta tiene como punto de partida al área de corte en el quinto piso, ya que el proceso completo inicia con el corte de tela. Asimismo, se tiene al área de diseño en el quinto piso.

Figura 3.12

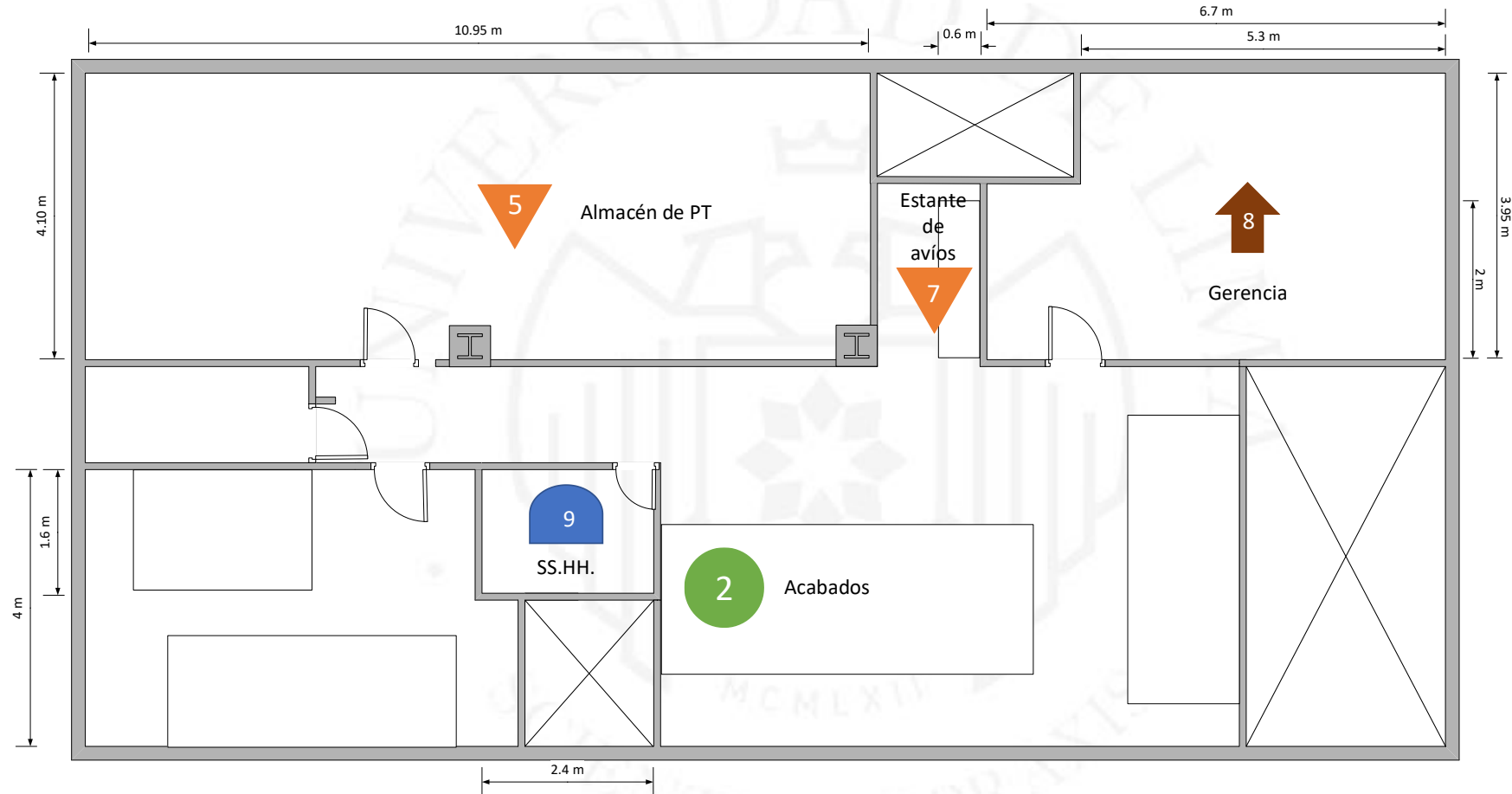
Distribución propuesta del cuarto piso



El proceso de producción o confección de los pantalones se realiza en el cuarto piso, asimismo se tiene el estante de insumos y herramientas que se necesitan para el proceso.

Figura 3.13

Distribución propuesta del tercer piso



En el tercer piso de la distribución propuesta se tiene al área de acabados, así como al almacén de PT. De esta manera el proceso inicia en el quinto piso y termina en el tercero, sin retrocesos, lo que garantiza que la distribución de la planta es acorde al diseño del flujo, desde arriba para abajo.

Tabla 3.24*Leyenda de la distribución de planta propuesta*

Leyenda	
1	Producción
2	Acabados
3	Corte
4	Diseño
5	Almacén PT
6	Estante de insumos/herramientas
7	Estante de avíos
8	Gerencia
9	Servicios higiénicos
10	Casilleros

El resumen de la distribución propuesta mostrada previamente es la siguiente:

Tabla 3.25*Distribución de planta propuesta*

Distribución de planta propuesto por piso	
Tercero piso	Gerencia, Acabados, andamio de avíos, SS.HH., mesa de despacho y Almacén PT.
Cuarto piso	Producción, casilleros y andamio de insumos.
Quinto piso	Corte y Diseño

A continuación, se presenta el DOP del proceso propuesto completo de fabricación de pantalones de *french terry* de la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Figura 3.14

Diagrama de operaciones del proceso propuesto completo para la elaboración de pantalones de french terry

Diagrama de Flujo de Confección:

Inicio: Rollos de tela → 1. Recepcionar y revisar → 1. Tender → Impresión de tizado

Preparación de la Pretina:

- 2. Colocar y revisar
- 2. Cortar → merma
- 3. Agrupar y revisar → Impresión de tizado

Confección de la Espalda y Piernas:

- ESPALDA DERECHA:** 17. Hacer "pinzas" → 18. Pegar
- ESPALDA IZQUIERDA:** 14. Hacer "pinzas" → 15. Pegar → 16. Pegar → 19. Unir → 20. Pespuntar
- PRETINA INTERNA:** 24. Pegar
- DELANT. PIERNA DER:** 9. Pegar
- GARETON:** 8. Remallar
- GARETA:** 4. Orillar
- DELANTERO PIERNA IZQ:** 3. Pegar → 5. Pegar → 6. Pespuntar → 4. Pegar con inclinación 30 grados → 7. Coser "dibujo" → 10. Pegar → 11. Coser altura cierre → 12. Pegar → 13. Orillar parte interna → 21. Unir lados → 22. Coser entrepierna → 23. Pespuntar

Finalización:

- 25. Embolsar
- 26. Pespuntar por borde
- 27. Hacer bastas
- 5. Hacer ojales y verificar posición
- 28. Hacer atraques
- botones
- 6. Pegar botones y verificar
- 1. Controlar calidad
- 29. Lavado
- 2. Controlar calidad
- 30. Limpiar hilachas merma
- cinta bebé imperdible
- 32. Colocar hang tag
- bolsa
- 33. Doblar y embolsar

Resumen:

- : 33
- : 2
- ◐ : 6

Total : 41

Producto Final: Pantalón de french cerry embolsado

83

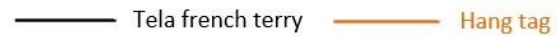
Diagrama de recorrido propuesto del proceso de producción (quinto piso)



Diagrama de recorrido del proceso de producción (cuarto piso)



Diagrama de recorrido del proceso de producción (tercer piso)



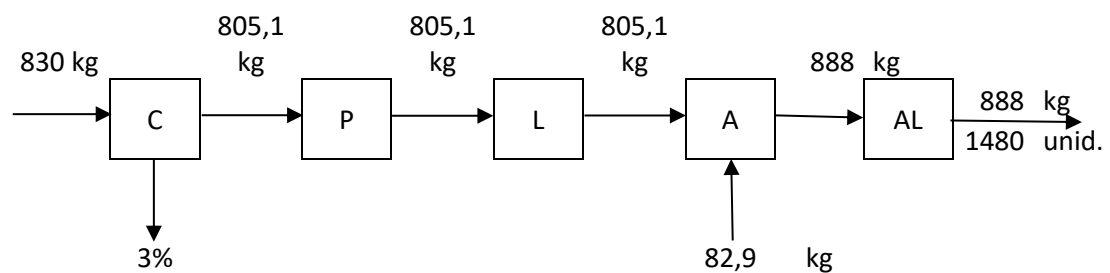
Como se puede ver en el diagrama de recorrido propuesto, el flujo de materiales va desde el quinto piso al tercer piso. De manera que la distribución propuesta para la planta es acorde al diseño del flujo.

Por último, se evaluará las dos disposiciones anteriormente mostradas, la actual y la propuesta, utilizando el análisis matricial. Este método, según Díaz et al. (2014), evalúa el esfuerzo, el cual está representado por el producto de las cantidades a transportar y las distancias entre operaciones o sectores que se recorren.

Para esto, se presenta la secuencia por áreas de operaciones para la fabricación de un pantalón con sus respectivas cargas de transporte.

Figura 3.18

Secuencia de procesamiento de producto



Nota. Para corte se tiende en promedio 830 kg de tela. El peso del pantalón embolsado, en almacén, es de 600 gramos, aproximadamente.

Asimismo, se muestra las distancias actuales entre procesos, para posteriormente realizar las matrices de carga y distancia.

Figura 3.19

Distancia actual entre procesos (tercer piso)

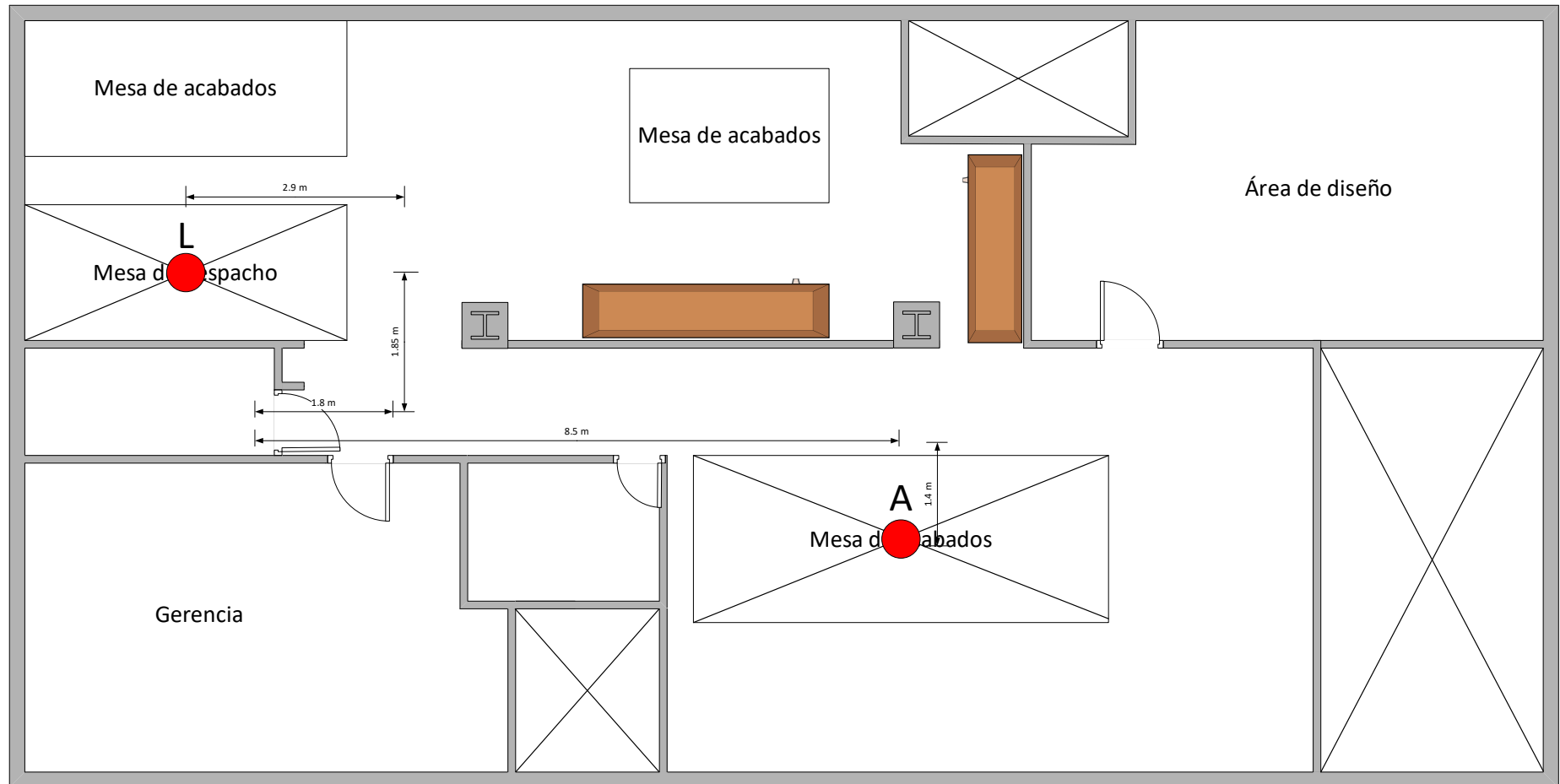


Figura 3.20

Distancia actual entre procesos (cuarto piso)

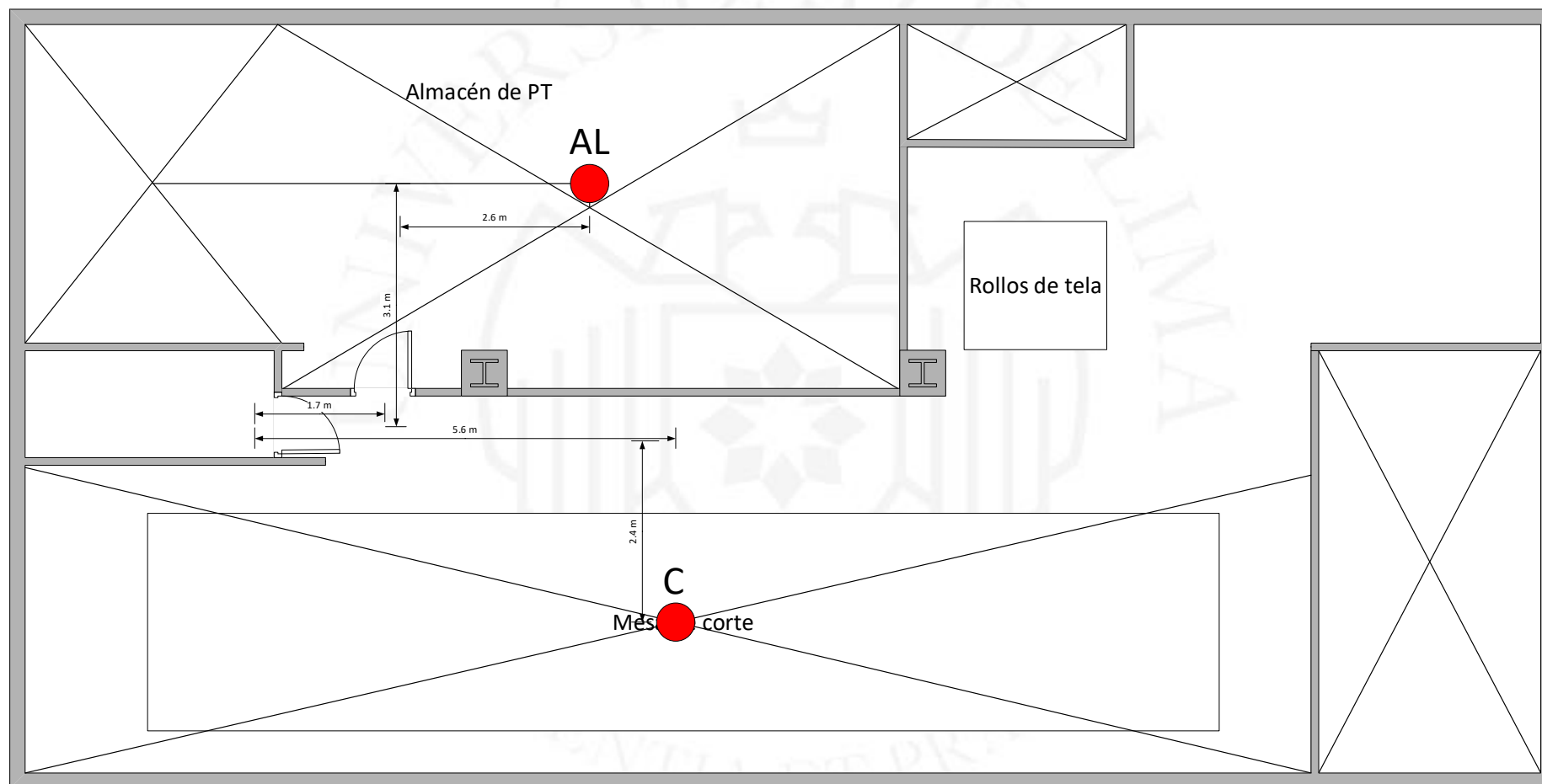


Figura 3.21

Distancia actual entre procesos (quinto piso)

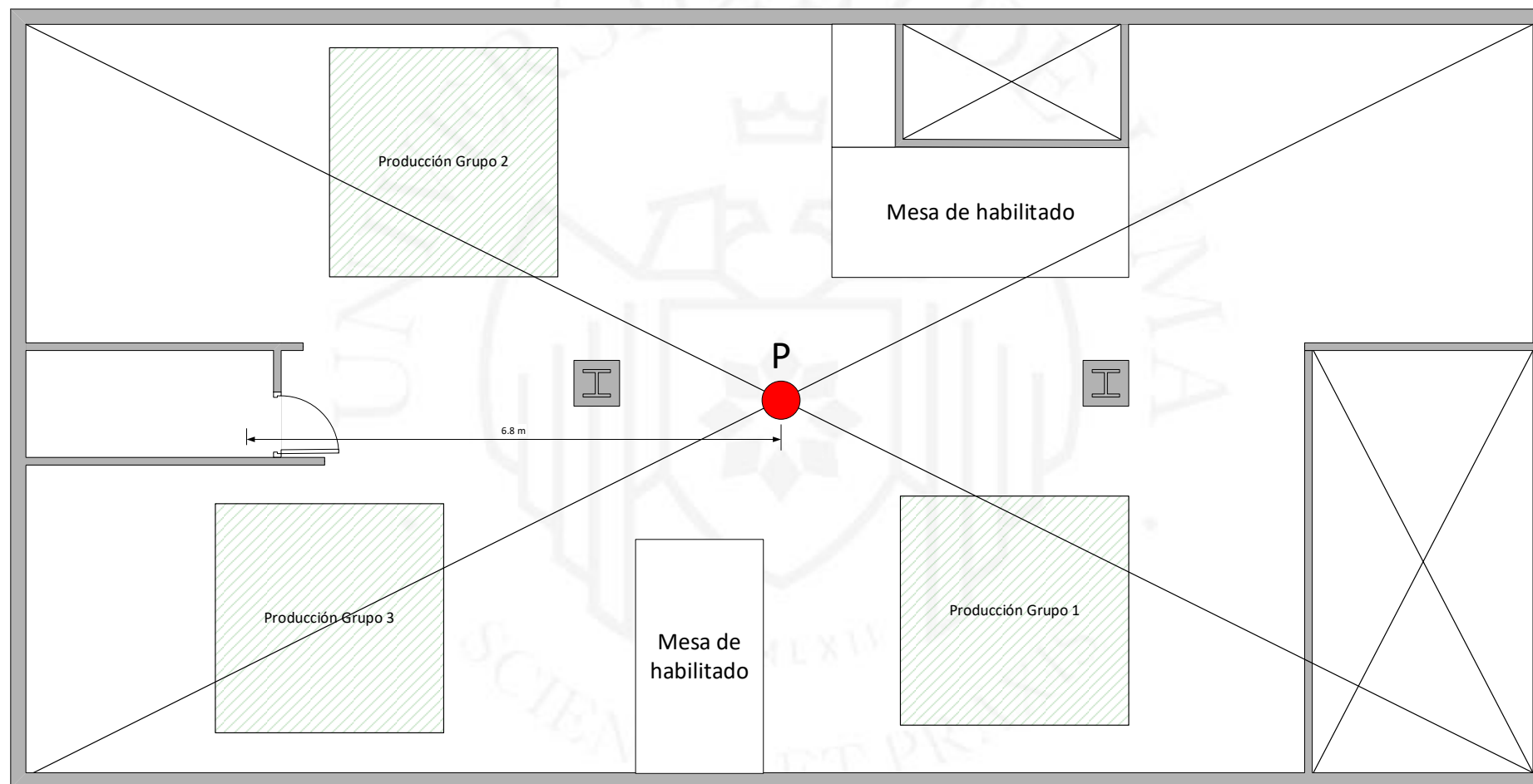


Tabla 3.26*Matriz de carga de la distribución actual*

Matriz de carga 1					
	C	P	L	A	AL
C		805,1			
P			805,1		
L				805,1	
A					888
A					

Tabla 3.27*Matriz de distancia de la distribución actual*

Matriz de distancia 1					
	C	P	L	A	AL
C		22,8			
P			29,35		
L				12,85	
A					25,3
A					

Nota. Se consideró 8 metros por cada cambio de piso en el recorrido.

Como se indicó previamente, se multiplican la carga y distancia, para obtener el esfuerzo.

Tabla 3.28*Matriz de esfuerzos de la distribución actual*

	C	P	L	A	AL
C		18 356,28			
P			23 629,685		
L				10 345,535	
A					22 466,4
A					

Suma de esfuerzos distribución actual: 74 797,90 kg-m

Por otro lado, teniendo en cuenta la misma secuencia de procesamiento de producto, así como sus respectivas cargas de transporte. Se muestra, a continuación, las distancias de la nueva distribución propuesta.

Figura 3.22

Distancia entre procesos propuesta (quinto piso)

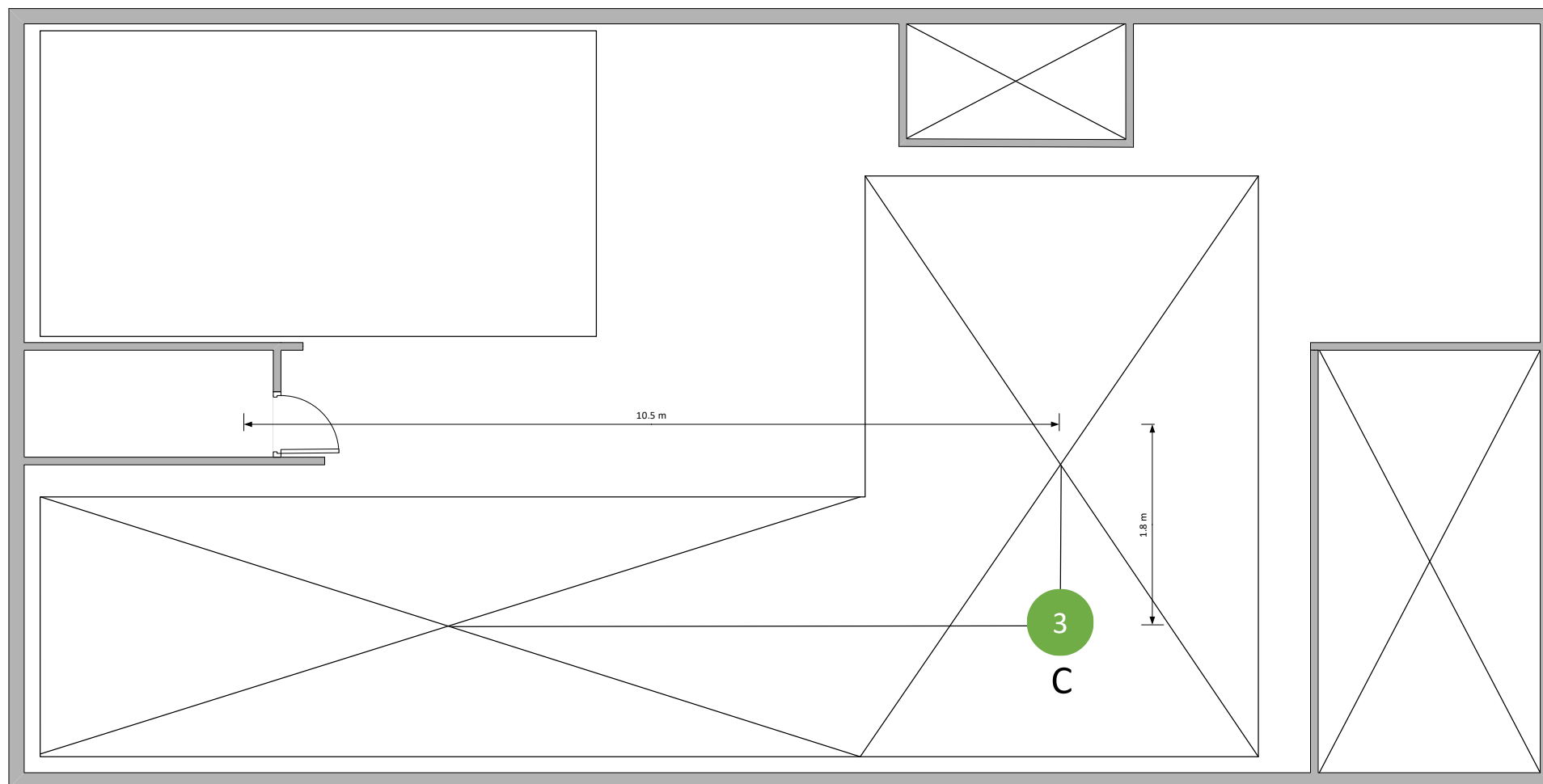


Figura 3.23

Distancia entre procesos propuesta (cuarto piso)

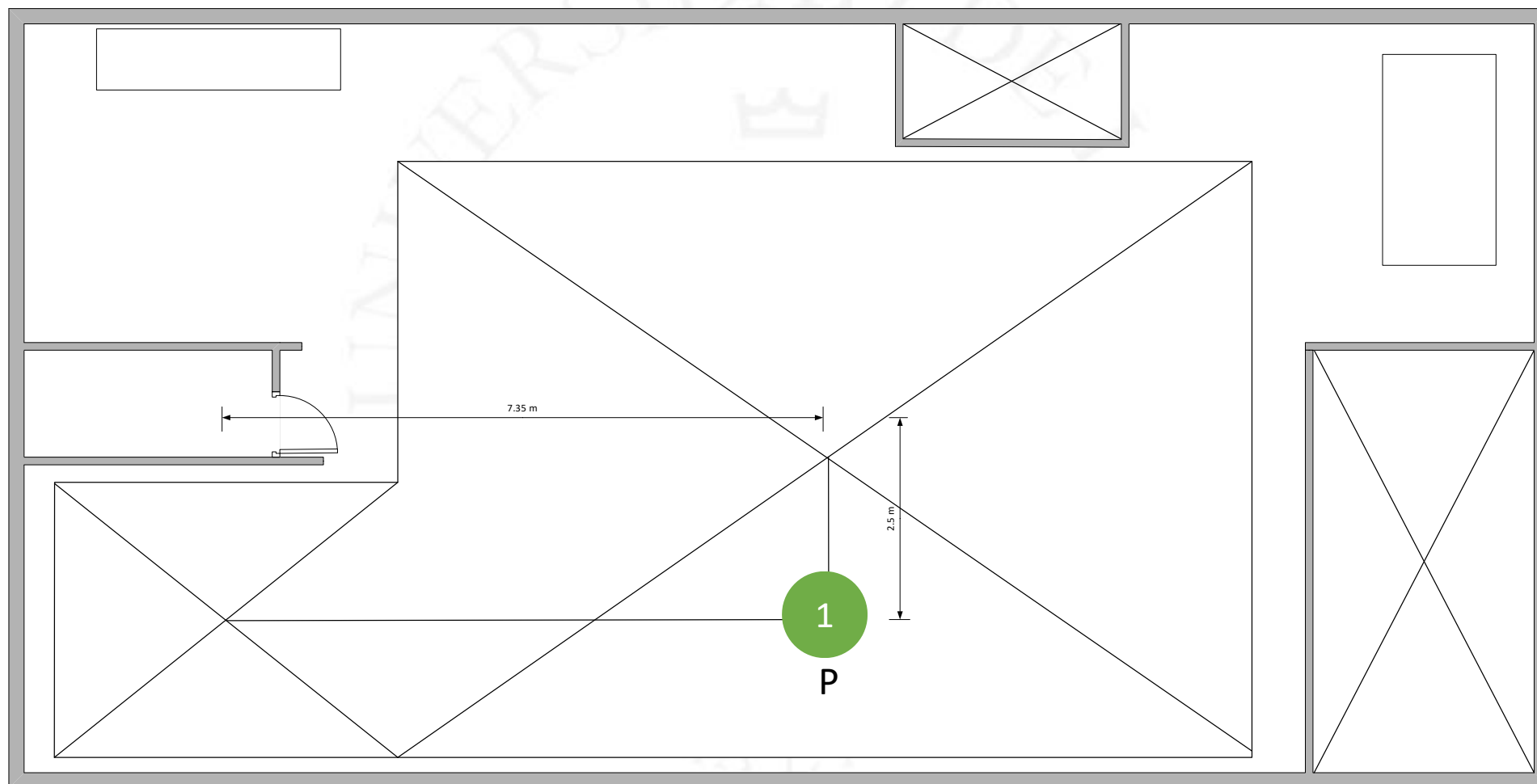


Figura 3.24

Distancia entre procesos propuesta (tercer piso)

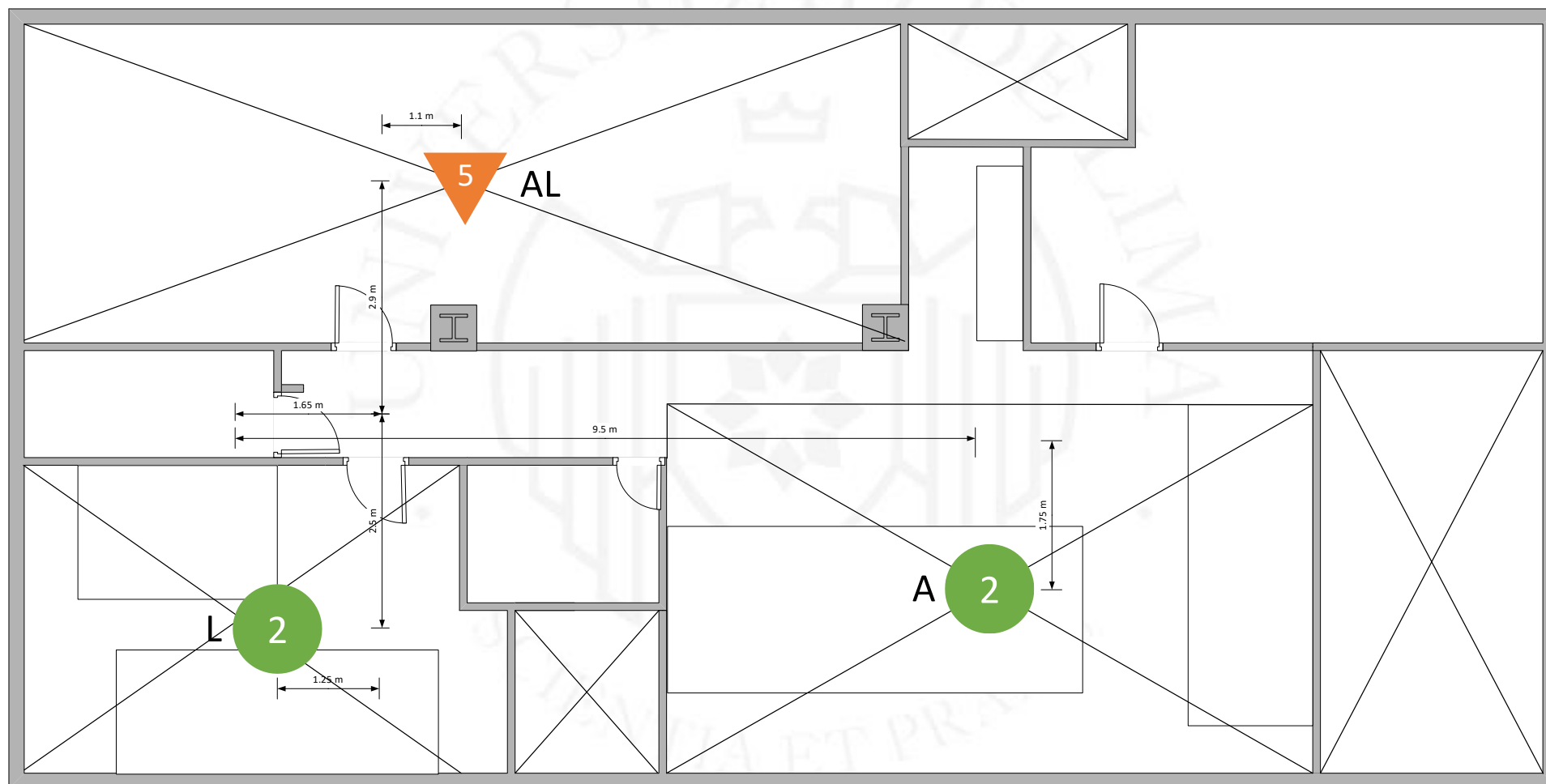


Tabla 3.29*Matriz de carga de distribución propuesta*

Matriz de carga 2					
	C	P	L	A	AL
C		805,1			
P			805,1		
L				805,1	
A					888
A					

Tabla 3.30*Matriz de distancia de distribución propuesta*

Matriz de distancia 2					
	C	P	L	A	AL
C		30,15			
P			23,25		
L				13,35	
A					13,6
A					

Nota: Se consideró 8 metros por cada cambio de piso en el recorrido.

Como se indicó previamente, se multiplican la carga y distancia, para obtener el esfuerzo.

Tabla 3.31*Matriz de esfuerzos de distribución propuesta*

Matriz de esfuerzos 2					
	C	P	L	A	AL
C		24 273,765			
P			18 718,575		
L				10 748,085	
A					12 076,8
A					

Suma de esfuerzos distribución propuesta: 65 817,23 kg-m

Por último, para comparar la situación actual con la propuesta, se determinará la variación de la productividad.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos}}$$

Donde:

Recursos = Esfuerzo que genera el traslado del material (Esf)

Se tiene:

Productividad actual: $Pr1=P1/R1$

Productividad propuesta: $Pr2=P2/R2$

$$\Delta Pr = (Pr2-Pr1) / Pr1$$

$$\Delta Pr = (R1-R2) / R2$$

Suponiendo $P1=P2$

$$\Delta Pr = \frac{Esf1-Esf2}{Esf2} \times 100\%$$

$$\Delta Pr = \frac{74\,797,90-65\,817,23}{65\,817,23} \times 100\%$$

$$\Delta Pr = 13,64\%$$

La disposición de planta propuesta tiene 13,64% más productividad que la actual. Asimismo, el recorrido que se hace es de 9,95 metros menos, es decir 11,02% menor distancia de recorrido.

Implementación de contratar a un supervisor

Para la implementación, según el Manual de Perfiles de Puestos (MPP) (2022), primero se tiene que elaborar el perfil del puesto, el cual es la descripción del puesto a nivel organizacional.

Tabla 3.32

Formato de perfil del puesto

Formato de perfil del puesto	
Empresa	Estilos y Colores S.A.C.
Rol	Gestión de producción
Nivel	Supervisión
Nombre del puesto	Supervisor de producción
Nº posiciones del puesto	1
Nivel al que reporta	Gerencia
Nº de posiciones a su cargo	1 (operarios)

Lo siguiente es identificar las funciones, así como los requisitos que deben cumplir los postulantes al puesto.

Tabla 3.33

Principales funciones del puesto

Funciones principales del puesto	
1	Revisar y verificar que el prototipo de un nuevo modelo cumpla correctamente las especificaciones de la ficha técnica de especificaciones con el fin de evitar errores en el desarrollo del producto.
2	Supervisar el desempeño de cada costurero en la línea de producción y verificar el correcto desarrollo de las operaciones de acuerdo a la ficha técnica de especificaciones.
3	Asegurar el cumplimiento cabal de la ficha técnica de especificaciones.
4	Verificar el ingreso de corte y existencia de insumos para cumplir satisfactoriamente con la programación de producción.
5	Administrar y reportar los saldos de insumos de la producción.
6	Llevar control de producción, no conformidades, así como de permisos y faltas de los operarios.
7	Verificar el orden y limpieza de la línea con el fin de evitar suciedad en los productos en proceso.
8	Realizar capacitaciones e inducciones necesarias por nuevos modelos o cambios en ellos, así como para el ingreso de nuevos operarios.
9	Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para toda la maquinaria del área de producción y evitar el paro de maquinaria.

Los requisitos o exigencias que se van a tener que cumplir para poder cubrir el perfil son de formación académica, experiencia en el puesto, conocimientos y habilidades. Esto para garantizar un candidato de óptimo desempeño.

Formación académica:

- Nivel educativo: Profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial o afines

Experiencia:

- Mínimo de 3 años en el puesto o realizando funciones similares en plantas de producción del rubro textil y confecciones.

Conocimientos:

- Manejo de Excel a nivel intermedio (indispensable)

Habilidades:

- Liderazgo, trabajo en equipo y comunicación efectiva.

Por último, se presentó lo previamente expuesto a la gerente general de la empresa en estudio para revisar la pertinencia y coherencia del puesto.

La banda salarial para el puesto, según Computrabajo (2023), es de 2069 soles a 3314 soles, teniendo como media salarial 2554 soles al mes.

Una vez se tenga la conformidad, se procede a la búsqueda de los postulantes al puesto se hará uso de las diferentes plataformas de búsqueda de empleo, tales como Bumeran, Computrabajo o LinkedIn.

Una vez se haya filtrado entre todas las personas que se interesaron en el puesto utilizando los requerimientos expuestos previamente, se procederá a contactarlos para que se realicen entrevistas presenciales con la Gerente General, quien en base a su experiencia determinará al mejor candidato.

3.4 Aplicación de Normas y estándares de Ingeniería finales requeridos para el Diseño

Norma ISO 9001:2008. Sistemas de gestión de la calidad

Un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) basado en la norma ISO 9001:2008, según Bonilla et al. (2020), se refiere al cumplimiento de con un conjunto de requisitos que permitirán gestionar la calidad de los procesos y productos enfocándose en la satisfacción al cliente y la mejora continua.

Los beneficios esperados de la aplicación de esta norma son los siguientes:

- Estandarización de los procesos.
- Aumento de productividad en los procesos.
- Mayor participación en el mercado.
- Mejoramiento continuo. (Bonilla et al., 2020)

RM N° 375-2008-TR. Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico

De acuerdo con el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2008), el principal objetivo de esta norma es la de establecer los límites de condiciones de trabajo de acuerdo a las características físicas y mentales de los trabajadores buscando brindarles seguridad, mayor eficiencia en sus labores y seguridad, teniendo en cuenta las mejoras de condiciones laborales y la productividad empresarial.

La norma incluye dentro de sus contenidos:

- Manipulación de cargas.
- Carga límite recomendada.
- Organización del trabajo.
- Equipos y herramientas en los puestos de trabajo. (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2008)

Norma Técnica Peruana NTP 399.010-1:2016 SEÑALES DE SEGURIDAD. Símbolos gráficos y colores de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad y franjas de seguridad

De acuerdo con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2016), el propósito de esta norma es establecer los requisitos para el diseño de señales de seguridad y franjas de seguridad, teniendo en cuenta los colores, contraste, dimensiones, formas geométricas y símbolos gráficos. Esto con el fin de prevenir accidentes, proteger la salud de peligros y riesgos y facilitar la evacuación en casos de emergencia o circunstancias particulares.

La norma en su contenido incluye:

- Colores de señales de seguridad.
- Símbolos gráficos.
- Formas geométricas y significado de señales de seguridad.
- Diseño de las señales de seguridad (prohibición, obligación, advertencia, condiciones de emergencia y protección contra incendios) y de franjas de seguridad (dimensiones y significado de combinación de color). (INACAL, 2016)

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

De acuerdo con la Plataforma digital única del Estado Peruano (2021), esta norma técnica de cumplimiento obligatorio es el único marco normativo que establece requisitos mínimos para asegurar la calidad en el diseño, producción y conservación de edificaciones y habilitaciones urbanas dentro del territorio nacional. Entre las normas más relevantes para la investigación tenemos:

- **Norma A.060 INDUSTRIA**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021a), la norma comprende las dotaciones con las que deben contar las edificaciones industriales, tales como las características de distribuciones para los pasos de vehículos y las diferentes puertas de ingreso. Asimismo, condiciones para la iluminación, ventilación y servicios en general. Por otro lado, los sistemas de seguridad con los que debe contar la empresa, tales como contra incendio u otras circunstancias.

- **Norma A.080 OFICINAS**

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021b), la norma establece condiciones de habitabilidad y funcionalidad en aspecto como el uso, ventilación, iluminación y accesibilidad. Asimismo, incluye dimensiones y características mínimas para las diferentes instalaciones y servicios.

- **Norma A.130 REQUISITOS DE SEGURIDAD**

Esta norma, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021c), establece, de acuerdo al uso y números de ocupantes, los requisitos de seguridad que deben cumplirse para poder salvaguardar la vida humana, preservar el patrimonio y la continuidad de la edificación. Entre los puntos que presenta la norma se tiene:

- Sistemas de evacuación.
- Señalización de seguridad.
- Protección de barreras contra el fuego.
- Protección contra incendios.
- Equipos y materiales contra incendios (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021c)

NORMA IRIM 5001:2016. ESPECIFICACIÓN GENERAL DE INGENIERÍA PARA LA ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS NUEVOS QUE CUMPLAN REQUISITOS MÍNIMO DE SEGURIDAD, OPERATIVIDAD Y MANTENIBILIDAD

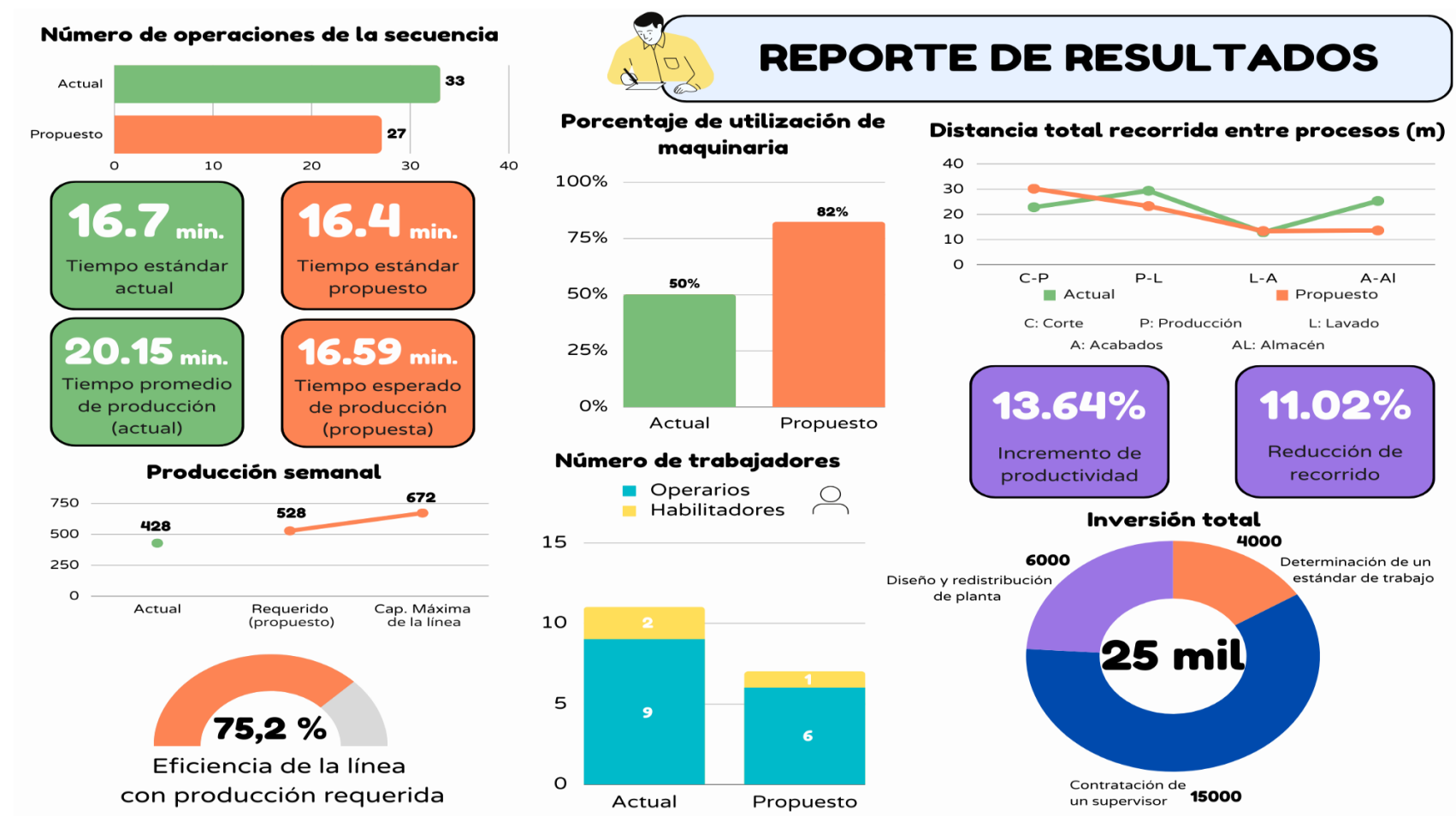
De acuerdo con IRIM – Instituto RENOVETEC de Ingeniería del Mantenimiento (s.f.), la norma presenta un conjunto de exigencias mínimas que debe cumplir una instalación para considerarse operable, segura y mantenible. Dentro del desarrollo de la norma se tiene las siguientes especificaciones a considerar para la implementación:

- Especificaciones relativas a la seguridad de equipos e instalaciones
- Especificaciones relativas a la operatividad de los equipos
- Especificaciones relativas a la mantenibilidad de los equipos (RENOVETEC, s.f.)

3.5 Resultados esperados (Dashboard de indicadores) e impactos esperados

Figura 3.25

Dashboard de resultados esperados



3.6 Presupuesto de implementación de la mejora

Tabla 3.34

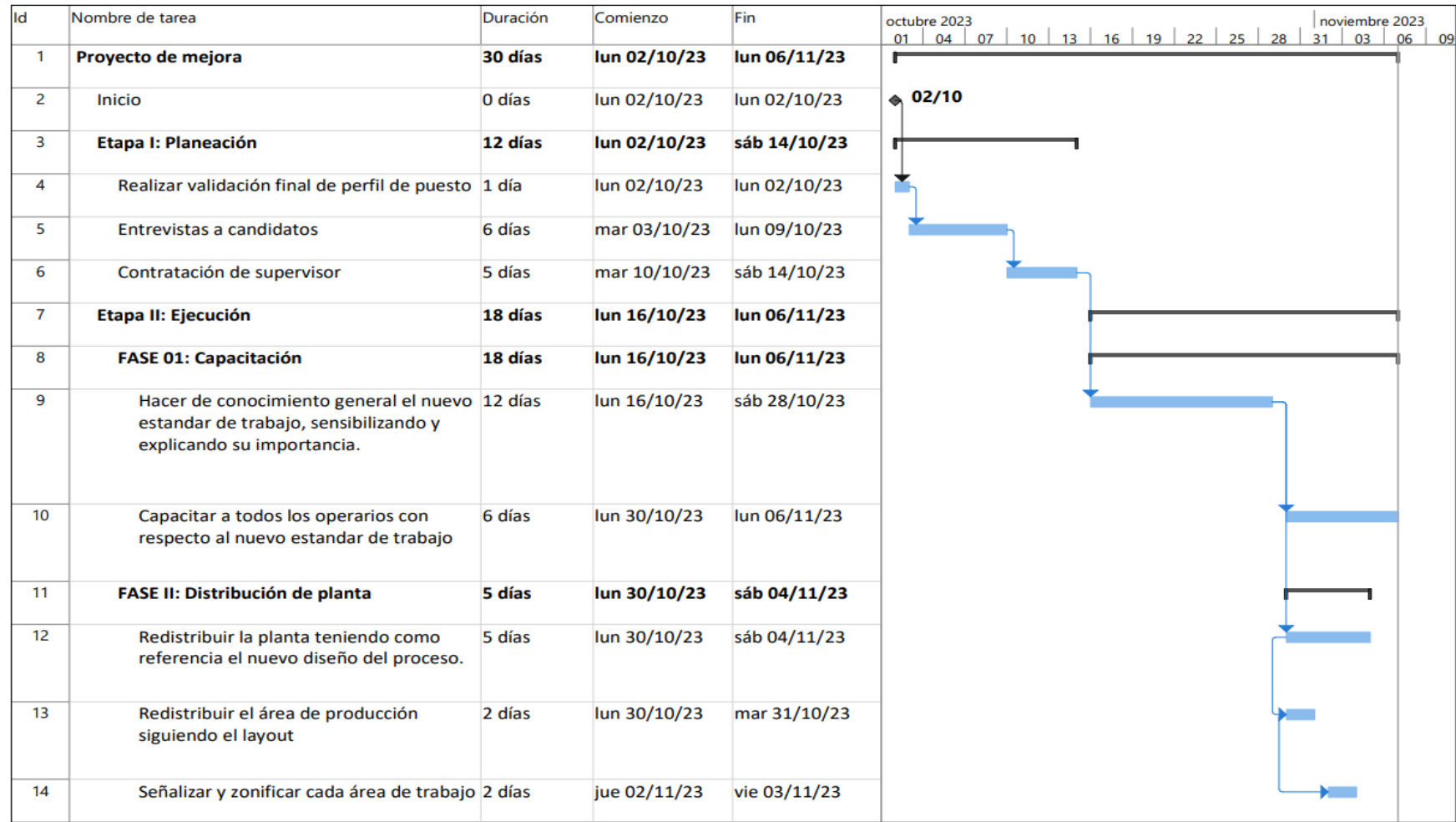
Presupuesto de implementación de la mejora

Implementación	Cantidad	Unidad	Precio	Inversión (soles)
Determinación de un estándar de trabajo				
Formatos, planos, ficha técnica (Impresiones simples)	60	unid	0,20	12,00
Impresiones ampliadas	3	unid	7,50	22,50
Tablero pizarra corcho (60x90)	1	unid	65,00	65,00
Hacer de conocimiento y sensibilización (charlas de 30 min)	4	sesión	100,00	400,00
Tiempo de charla a personal	2	h-h	Op: 7,81 soles/ h-h Hab: 5,34 soles/ h-h Sup: 13,02 soles/ h-h	209,38
Capacitaciones	4	sesión	250,00	1000,00
Contratación de supervisor				
Sueldo del primer año del supervisor	6.5	mes	2500,00 soles/mes	16 250,00
Impresiones para contratación	15	unid	0,20	3,00
Diseño y redistribución de planta				
Stickers de señalización	25	unid	2,00	50,00
Cinta amarilla	3	unid	34,90	104,70
Redistribuir el área de producción (2 técnicos de maquinaria de confección)	23	máquinas	60,00	1380,00
Redistribución de la planta (1 cuadrilla de estibadores)	3	días	600,00	1800,00
Total:				21 296,58

3.7 Cronograma de implementación de la propuesta de mejora

Figura 3.26

Cronograma de la implementación de la propuesta de mejora



CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del método de validación

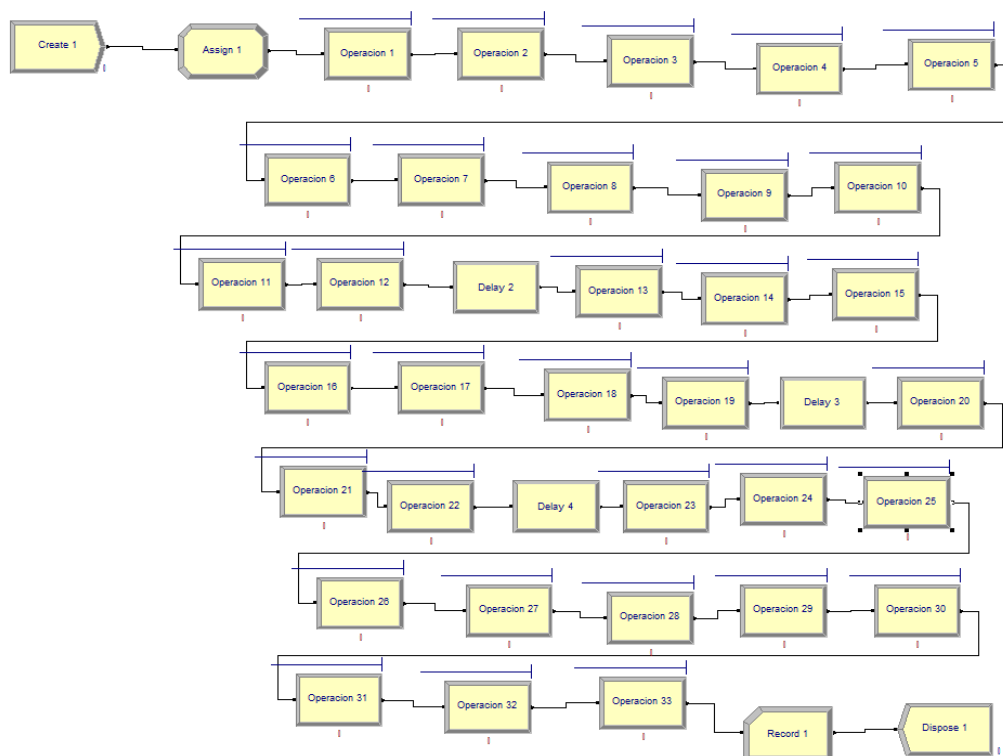
Como método de validación se realizará una simulación del proceso de producción propuesto en el *software* Arena para poder determinar su certeza.

Primero se realizará la simulación del proceso actual de producción, la cual cuenta con 3 grupos de 3 operarios, los cuales trabajan por separado, y 2 habilitadoras. Se simulará uno de los grupos de 3 operarios y 2 habilitadoras en 8 horas como tiempo de replicación. No cuenta con una distribución de operarios ordenada, es decir, se utiliza un *Resource Set* de operarios y depende de la disponibilidad para realizar la actividad. Asimismo, para simular las demoras por desplazamiento y propias de la falta de un estándar, se utilizó módulos *Delay*.

Se realizan 50 replicaciones para tener certeza de los valores. A continuación, se presenta el modelo.

Figura 4.1

Simulación en Arena del proceso actual



Los resultados que se obtuvieron de esta primera simulación son los siguientes:

- Se obtuvo una producción diaria del grupo de 24 pantalones, es decir de 72 en total.
- Se tiene que el tiempo de producción es de $19,73 \pm 0,13$ min/pantalón

Por otro lado, la simulación del proceso mejorado tiene 8 horas de tiempo de replicación y como recursos para los procesos se tiene a 6 operarios y 1 habilitadora, los cuales están distribuidos en las operaciones.

La simulación inicia con el ingreso de las piezas de corte a las máquinas respectivas que inician el proceso. El desarrollo de la simulación se realiza siguiendo cada una de las actividades del proceso de confección de los pantalones de *french terry* descrito en el DOP de la figura 3.2, así como el DR de la figura 3.15 y la distribución de operarios para las operaciones es la siguiente:

Tabla 4.1

Distribución de operarios en simulación

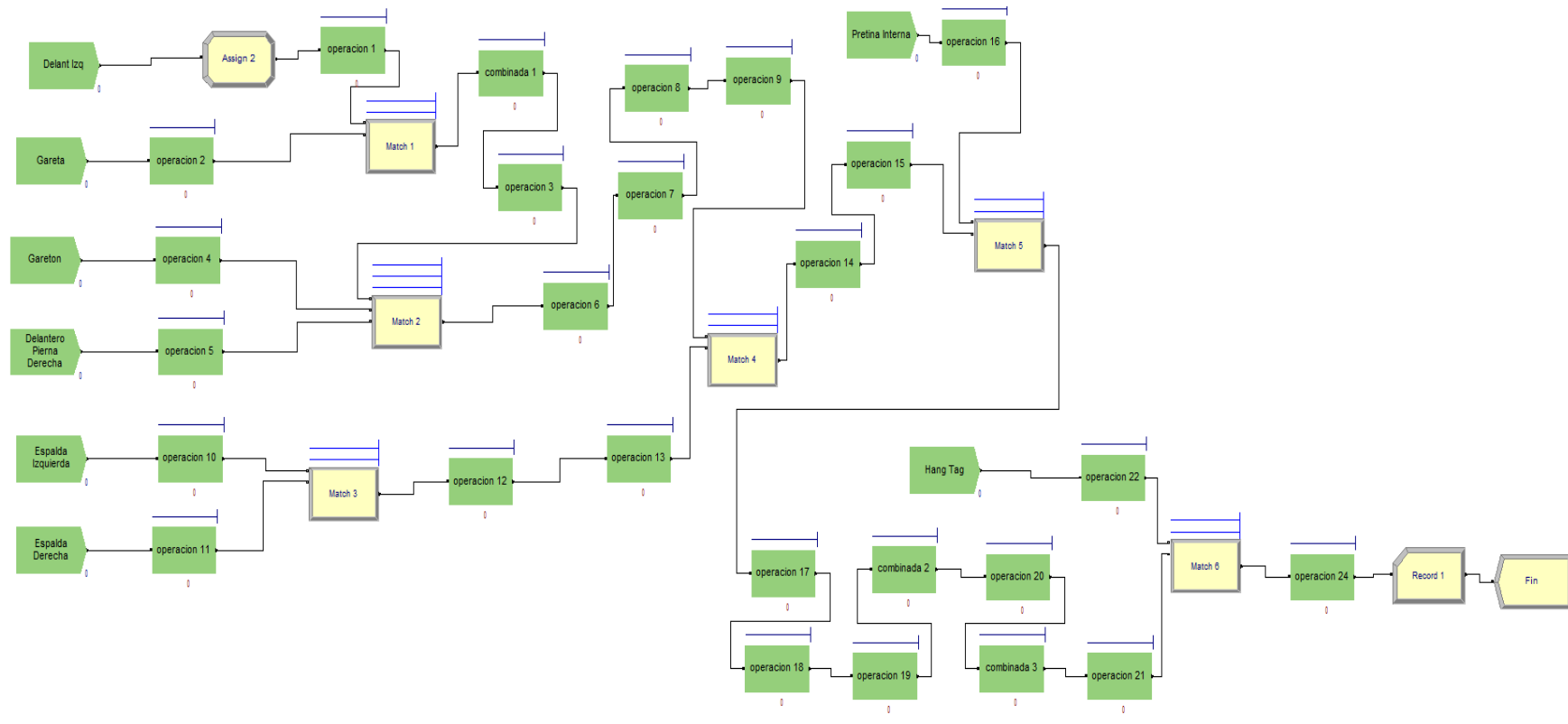
Recurso	Operaciones
Operario1	Op1, Comb1, Op6, Op8, Op12, Op15 y Comb2.
Operario2	Op10, Op7, Op9, Op19, Comb3
Operario3	Op4, Op3, Op11, Op13 y Op20
Operario4	Op5, Op14
Operario5	Op16, Op17
Operario6	Op2, Op18
Habilitadora1	Op21, Op22, Op23 y Op24

Se realizarán 50 replicaciones para tener certeza en los valores que se obtengan.

A continuación, se presenta el diseño de la simulación en Arena y posteriormente los resultados

Figura 4.2

Simulación en Arena de la implementación



Los resultados que se obtuvieron de la simulación con un 95% de confiabilidad son los siguientes:

- Se obtuvo una producción diaria de 108 pantalones, superando al requerimiento diario de 88 unidades.
- Se tiene que el tiempo de producción es de 16,59 min/pantalón
- Como se muestra en la siguiente gráfica con respecto a los resultados del *time between*, la cual presenta una distribución Beta, se tiene que el tiempo entre productos terminados es de $4,11 \pm 0.0121$ minutos.

Figura 4.3

Resultado Input Analyzer del time between

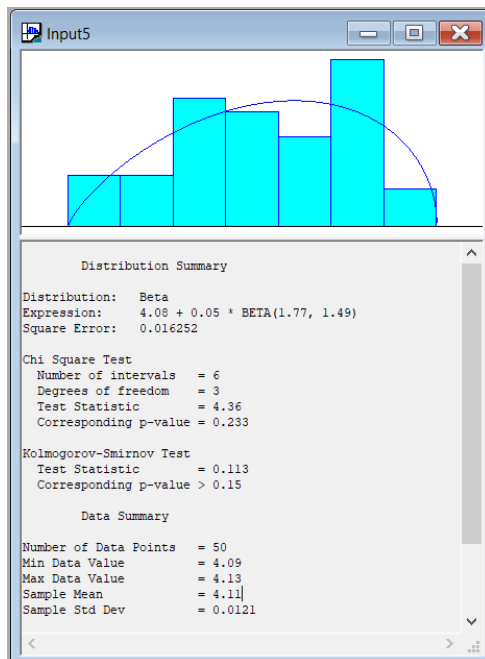
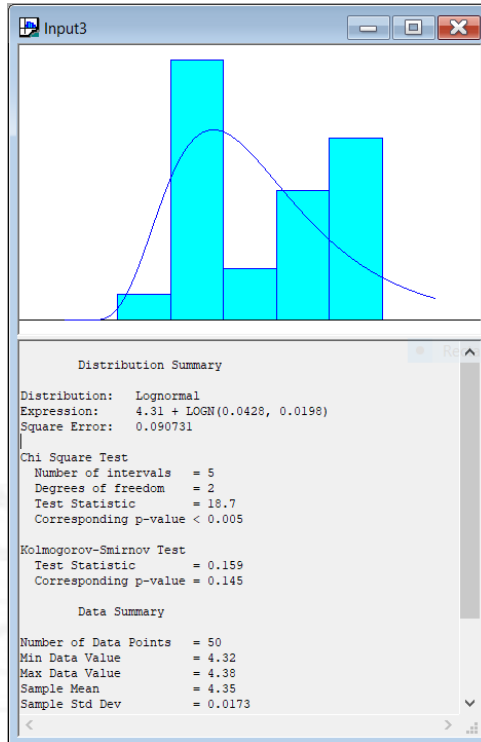


Figura 4.4

Resultado Input Analyzer del tiempo de ciclo.



- Por la dispersión de los datos, se tiene que se ajusta mejor a una distribución Log-normal. Asimismo, el tiempo de ciclo, es de $4,35 \pm 0.1073$ minuto/pantalón.

Por otro lado, se tiene que no se alcanza la producción de 112 unidades diarias teóricas que se halló en el balance de línea debido a que la primera unidad producida sale en el minuto 16, por lo que recién a partir de ese momento es que la línea llega a tener un tiempo de ciclo constante.

A continuación, en el punto 4.2, los resultados obtenidos de la simulación de la implementación realizada se contrastarán con los de la realidad actual de la empresa Estilos y Colores S.A.C.

Por otro lado, adicionalmente a la simulación de la mejora propuesta, se realizó una simulación teniendo solo 4 operarios y 1 habilitador con la siguiente distribución:

Tabla 4.2*Propuesta adicional*

Recurso	Operaciones
Operario1	Op1, Com1, Op3, Op7, Op9, Op16 y Op17
Operario2	Op2, Op4, Op5, Op6, Op8, Op15, Op19 y Op20
Operario3	Op10, Op12, Op14, Com2, Com3
Operario4	Op11, Op13 y Op18
Habilitadora1	Op22, Op24, Op21

Se tuvo que se podría producir, con una confiabilidad del 95%, 82 pantalones diariamente. Esto es superior a los 71 pantalones que se produce actualmente y con menos de la mitad de los operarios; sin embargo, para este escenario tendrían que estudiarse las condiciones ergonómicas para que no se vean afectados los operarios o su calidad de trabajo.

4.2 Validación funcional y discusión de resultados

Los resultados obtenidos de la simulación realizada previamente en contraste con la realidad actual de la empresa en estudio son los siguientes:

Producción diaria

Producción diaria_(actual) = 71

Requerimiento de producción diaria = 88

Capacidad de producción diaria _(mejora) = 108

La línea propuesta tiene una capacidad de producción diaria de 108 pantalones, lo que significa un aumento del 52,11% en la producción diaria actual y, además, cubre las 88 unidades propuestas como requerimiento de producción diaria.

Tiempo de ciclo

T. ciclo_(actual) = 6,76 min/unidad

T. ciclo_(teórico 88 unid) = 5,45 min/unidad

T. ciclo_(mejora) = 4,46 min/unidad

El tiempo de ciclo para la línea propuesta es de 4,46 min/unidad, lo que significa un 34,47% de mejora con respecto al tiempo de ciclo actual. El tiempo de ciclo teórico necesario para las 88 unidades es de 5,45 min/unidad, por lo que teniendo un T. ciclo de 4,46 min/unidad se cubriría el tiempo de ciclo de la producción requerida.

Tiempo de la secuencia de operaciones de producción

$$\sum T. \text{ op. producción}_{(\text{actual})} = 20,15 \text{ min} \quad \sum T. \text{ op. producción}_{(\text{mejora})} = 16,59 \text{ min}$$

De la simulación se tiene que se obtuvo una reducción en la suma total del tiempo de operaciones de producción del 17,67%.

Tiempo Estándar

$$\text{Tiempo estándar}_{(\text{actual})} = 16,70 \text{ min} \quad \text{Tiempo estándar}_{(\text{mejora})} = 16,40 \text{ min}$$

Después de combinar y reordenar operaciones como parte de la implementación, se pudo reducir el tiempo estándar en 0,30 minutos, es decir 1,8%

Asimismo, como parte de la validación funcional, se tuvo también los siguientes contrastes de resultados:

Tasa de producción

$$\text{Tasa de producción}_{(\text{actual})} = 8,93 \text{ unid/hora} \quad \text{Tasa de producción}_{(\text{mejora})} = 13,5 \text{ unid/hora}$$

La tasa de producción que se obtuvo de la simulación es mayor a la tasa de producción con la forma de trabajo actual. Para el requerimiento de 88 unidades diarias solo es necesaria una tasa de producción de 11 unid/hora.

Por otro lado, del análisis matricial, realizado en la implementación en el punto 3.3, se tuvo los siguientes resultados:

Distancia recorrida por flujo de procesos y productividad de la disposición de planta

$$\text{Distancia recorrida}_{(\text{actual})} = 90,3 \text{ m} \quad \text{Distancia recorrida}_{(\text{mejora})} = 80,35 \text{ m}$$

$$\Delta \text{Productividad} = 13,64 \%$$

Con la propuesta de implementación se reduce el recorrido en 9,95 metros. Es decir, 11,02%. Asimismo, se tuvo un aumento de la productividad en 13,64% de las instalaciones con la disposición de planta propuesta.

4.3 Validación económica y discusión de resultados

La validación económica se hará mediante una evaluación económica de la solución propuesta, la cual, según Arroyo y Vásquez (2017), es un reporte que considera los ingresos y salidas de dinero a lo largo de la duración de un proyecto, el cual permitirá determinar si es rentable o no la inversión, para el cual se considerará un horizonte de evaluación de 6 meses.

Para evaluar si la implementación es conveniente económicamente se utilizará los siguientes criterios:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Relación beneficio/costo
- Periodo de recuperación

Las mejoras propuestas en el capítulo anterior van a tener repercusión en los costos, específicamente en el costo de la mano de obra. Se considera también que podría existir un aumento en las ventas debido a la mejora en la calidad del producto, pero no se puede determinar con certeza, por lo que no se considerará para la evaluación.

Tabla 4.3

Flujo económico de la implementación de la solución

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	-5046						
Ingresos (ahorros)		6600	6600	6600	6600	6600	6600
Costos de mejora	-1250	-2900	-2900	-2750	-2750	-2750	-2800
Flujo económico	-6296	3700	3700	3850	3850	3850	3800

Como se puede observar, se tiene que todos los periodos en el flujo son positivos, por lo que permite indicar que el proyecto será rentable.

Por otro lado, la implementación será financiada en su totalidad por la misma empresa, por lo que para medir la rentabilidad de la inversión en la mejora se utilizará la tasa del costo de oportunidad (COK), la cual se utilizará para poder hallar los criterios de evaluación anteriormente mencionados.

Para el cálculo de la tasa del costo de oportunidad, se utilizará la tasa libre de riesgo (Rf) de 4,1%, la cual es el rendimiento promedio de los bonos del tesoro a 10 años de Estados Unidos. (Banco Central de Reserva del Perú, 2023).

Asimismo, se utilizará la prima de riesgo de mercado de 5,7%, la cual es la rentabilidad que se exige por invertir al mercado bursátil menos la tasa libre de riesgo (Rm-Rf). (Statista, 2023).

El riesgo país, *country risk premium*, es de 2,43% (Damodaran, 2023a)

Por último, se utilizará la beta del sector sin apalancamiento, la cual indica la sensibilidad o volatilidad del sector con respecto al mercado. El sector al que pertenece la empresa es estudio es vestido, *apparel*, por lo que la beta es de 0,96. (Damodaran, 2023b)

Tabla 4.4

Cálculo de la tasa del costo de oportunidad (COK)

Tasa libre de riesgo (Rf)	4,10% ^a
Prima de riesgo de mercado (Rm-Rf)	5,70% ^b
Beta del sector(β)	0,96 ^c
Riesgo país	2,43% ^d
Costo de oportunidad (COK)	12,00% $Rf + \beta*(Rm-Rf) + R_{país}$

^a Banco Central de Reserva del Perú (2023). ^b Statista (2023). ^c Damodaran (2023b). ^d Damodaran (2023a)

A continuación, se evaluará y determinará la viabilidad del proyecto mediante los criterios mencionados anteriormente. Para esto, se efectuará la evaluación con los indicadores al flujo económico de la implementación de la solución.

Tabla 4.5

Indicadores de evaluación económica

Indicador	Resultado	Unidades
Valor Actual Neto (VAN)	9 253,50	Soles
Tasa Interna de Retorno (TIR)	55%	
Relación beneficio/costo	2,47	Soles
Periodo de Recuperación	1 mes y 19,53 días	

Asimismo, se determina el costo promedio ponderado de capital (CPPC o WACC) para compararlo con el TIR. La información fue brindada por la empresa.

$$\text{CPPC} = K_d * (1 - T) * W_d + K_e * W_e$$

$$\text{CPPC} = 13,5\% * (1 - 10\%) * 0,65 + 12\% * 0,35$$

$$\text{CPPC} = 12,10\%$$

Siendo:

Kd: tasa del costo del financiamiento con deuda

Wd: participación de deuda en el activo de la empresa

Ke: tasa del costo de financiamiento con patrimonio

We: participación de patrimonio en el activo de la empresa (Arroyo & Vásquez, 2017)

Se tiene que la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la solución propuesta es mayor que el CPPC de la empresa, lo que indica que se tendrá beneficio por la inversión.

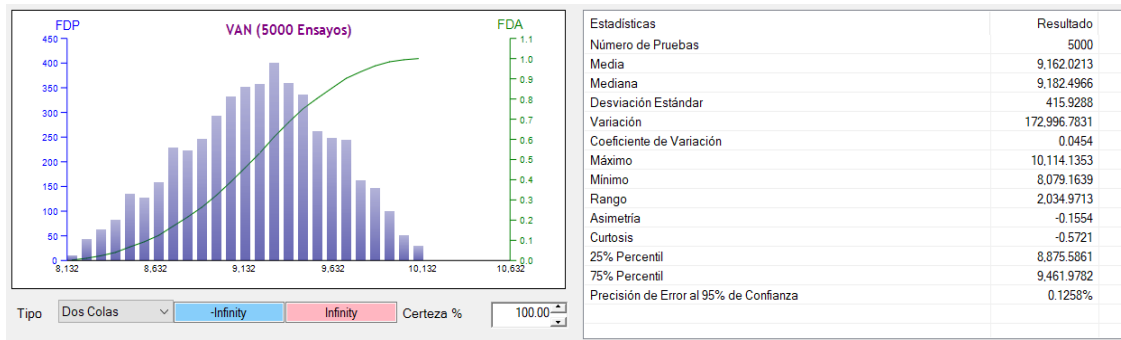
Al evaluar el flujo se puede concluir que el proyecto es viable económicamente, ya que, en la evaluación con un horizonte de 6 meses, se genera un valor actual neto que asciende a 9 253,5 soles y se tiene un TIR mayor al costo de oportunidad (COK=12%). Asimismo, una relación de beneficio costo de 2,47, lo que significa que se obtiene un beneficio de 2,47 soles por cada sol invertido. Además, se tiene que el tiempo en el cual se recuperará la inversión será de 1 mes y 19,53 días.

Análisis de sensibilidad

Como complemento a la evaluación económica, se realiza un análisis de sensibilidad mediante una simulación de Montecarlo en el *software* RISK con una certeza del 95% y 5000 ensayos. Se partió de un supuesto con tres escenarios: pesimista, real y optimista.

Figura 4.5

Simulación del resultado del VAN en RISK



De la simulación se obtuvo un VAN de 9,162.02 de media, el cual es bastante significativo para el proyecto, por lo que se puede tener certeza de la rentabilidad de la inversión.

4.4 Evaluación social

La solución propuesta tiene impacto directo en los trabajadores del proceso de producción de la empresa. Esto se ve reflejado en el aumento de la tasa de producción, así como en las distancias recorridas durante todo el proceso. Cabe resaltar que dentro de los 10 metros reducidos se tiene subidas y bajadas de escaleras, por lo que se tendría menor desgaste físico.

Tabla 4.6

Resultados de mejoras

Indicador	Sin mejora	Con mejora	Variación
Producción diaria (pant.)	71	108	52,11%
Tasa de producción (pant. /h)	8,93	13,5	51.17%
Tiempo total operaciones (min)	20,15	16,59	-17,67%
Distancias recorridas (m)	90,3	80,3	-11.02%

Asimismo, como parte de la reorganización de planta, se adecuó el proceso completo para que sea solo desde arriba hacia abajo; es decir, los operarios no tienen que estar subiendo escaleras para el transporte de la materia prima o productos en proceso. Se espera que estas modificaciones ayuden a reducir los accidentes laborales y/o posibles lesiones por esfuerzo.

4.5 Evaluación ambiental

Para la evaluación ambiental se realizará una matriz de impactos ambientales, la cual tendrá en cuenta a los procesos de la implementación de la solución y los procesos de producción involucrados.

En la segunda columna, al lado de los procesos, se tiene a los aspectos ambientales, los cuales son elementos de las actividades o procesos que interactúan con el medio ambiente. Asimismo, en la tercera columna se describen los impactos ambientales causados. Se utilizarán tres criterios para la evaluación, frecuencia, gravedad y probabilidad, cada uno con una escala del 1 al 5.

- Frecuencia(f): Mide el nivel de ocurrencia de los aspectos ambientales en los procesos a lo largo de una jornada de trabajo.

Tabla 4.7

Escala de frecuencia de aspectos ambientales

Escala	Descripción
1	Nunca
2	Casi nunca
3	Ocasionalmente
4	Seguidamente
5	Siempre

- Gravedad(g): Mide el nivel de afectación que tienen los aspectos ambientales, es decir, indica que tan peligroso resulta para el medio ambiente y las personas.

Tabla 4.8

Escala de gravedad de aspectos ambientales

Escala	Descripción
1	Inofensivo
2	Daño leve
3	Daño permisible
4	Daño severo
5	Daño permanente

- Probabilidad(p): Mide el nivel de expectativa de que ocurran los aspectos ambientales en los procesos.

Tabla 4.9

Escala de probabilidad de aspectos ambientales

Escala	Descripción
1	Improbable
2	Poco probable
3	Moderado
4	Alta
5	Muy alta

Para determinar si el impacto que genera el aspecto ambiental es considerable, se multiplicarán los tres criterios previamente expuestos. Si se tiene un producto mayor a 40, se le considera crítico. A continuación, se muestra la matriz.

Tabla 4.10

Matriz de impactos ambientales

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	f	g	p	Total
Planeación y entrevistas	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	5	1	2	10
	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	3	1	1	3
Establecer un estándar	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	4	1	2	8
Capacitaciones	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	4	1	1	4
	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	5	1	2	10
Reorganización de planta	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	3	2	2	12
	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	3	1	1	3
	Generación de ruido	Contaminación sonora	4	1	1	4
	Generación de emisiones	Contaminación del aire	3	1	1	3
Recepción de Materia Prima	Consumo de combustible	Agotamiento de recurso no renovable	3	1	2	6
	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	4	1	1	4
	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	4	2	1	8
Almacenaje de Materia Prima	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	4	1	2	8
	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	3	3	2	18

(continúa)

(continuación)

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	f	g	p	Total
Confección de la prenda	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	3	1	2	6
	Generación de ruido	Contaminación sonora	4	1	2	8
	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	4	2	2	16
	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	4	2	2	16
	Generación de ruido	Contaminación sonora	4	4	3	48
Acabados	Consumo de MP	Agotamiento de recursos naturales	5	1	2	10
	Generación de RRSS	Contaminación del suelo	4	1	1	4
	Consumo de energía eléctrica	Contaminación ambiental	5	1	2	10
	Generación de ruido	Contaminación sonora	3	1	2	6

Nota. Adaptada de *Diseño de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 para una empresa que fabrica aparejos para pesca* (p. 46-48), por D. Rodríguez Sotelo, 2012, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú (<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1720>)

De los resultados, se puede concluir que el proceso de confección de la prenda es el que mayor impacto ambiental tiene, por lo que podría llegar a ser perjudicial para las personas que trabajan en el proceso. Se recomienda que se utilice protección auditiva como tapones de orejas u orejeras.

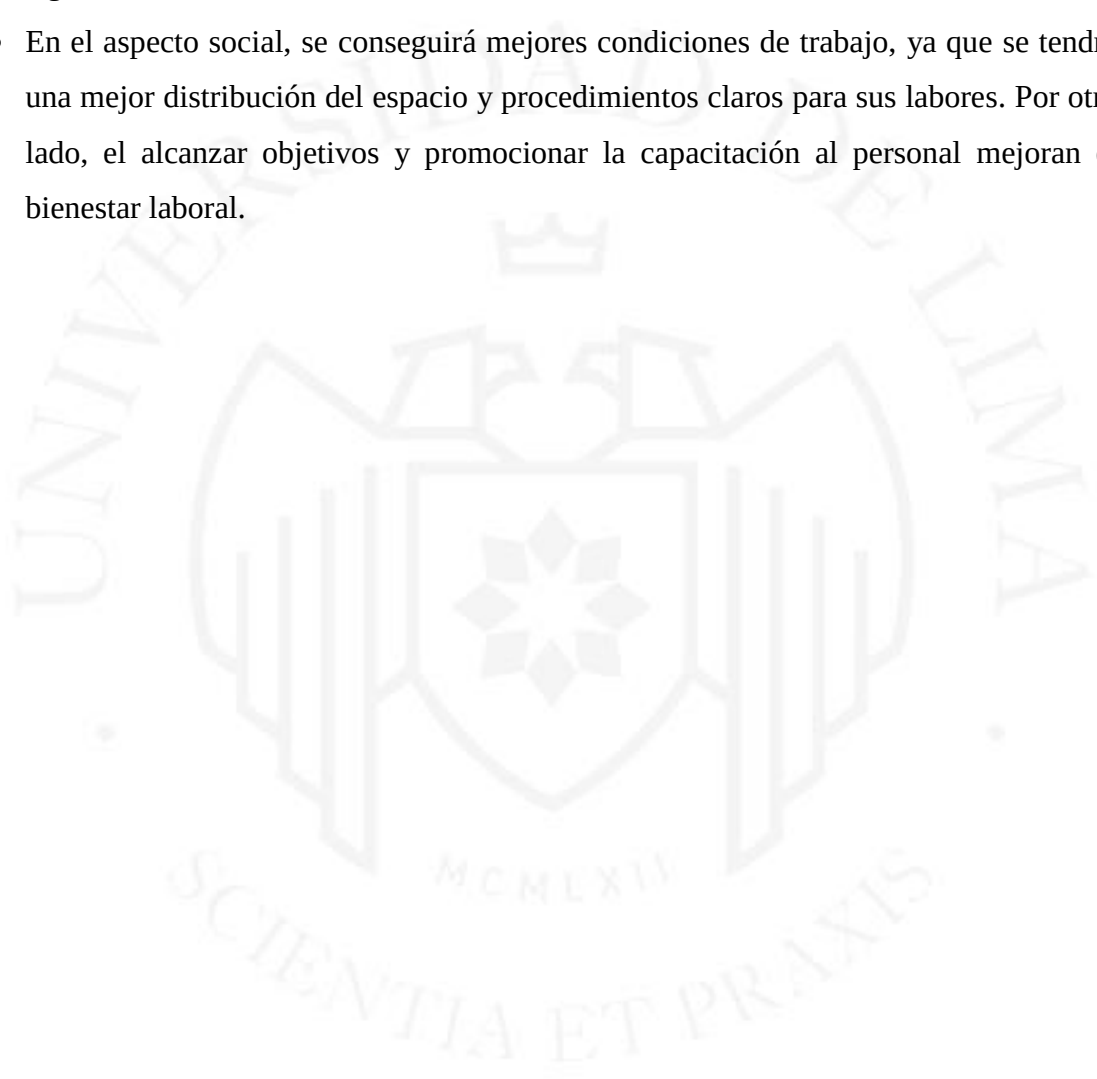
CONCLUSIONES

A continuación, se presentará las conclusiones a las que se llegó después de haber realizado la presente investigación:

- Como parte del estudio de la situación problemática, se identificaron siete oportunidades de mejoras en la empresa en estudio. Utilizando una matriz de selección de problema se pudo determinar que el problema principal es “20,67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar”.
- Mediante el uso de las herramientas diagrama de causa efecto (Ishikawa) y diagrama de Pareto se analizó y determinó las causas raíz del problema principal. Se halló siete causas raíz, de las que se pudo establecer estas tres principales: “Método de trabajo no estandarizado”, “Diseño de planta no acorde al diseño del flujo” y “No hay supervisión y control”.
- De acuerdo al diseño de la solución, se propuso posibles soluciones de ingeniería individuales para cada causa raíz y mediante un ranking de factores se escogieron las siguientes “Determinación de un estándar de trabajo”, “Diseño y redistribución de planta” y Contratación de un supervisor”.
- Como resultado de la implementación de determinación de un estándar de trabajo, se modificaron 10 operaciones, de las que ahora se tiene solo cuatro, y se realizó una ficha técnica de especificaciones para la producción de pantalones de *french terry*. Asimismo, con la implementación de la línea de producción, se logró que el tiempo de producción se reduzca en 17,67% o 3,56 minutos y se aumentó la capacidad de producción de 71 a 108 pantalones diarios. Por último, la cantidad de trabajadores en producción se redujo de 11 a 7.
- Por otro lado, con la implementación del diseño y redistribución de planta se consiguió una disposición de planta acorde al diseño del flujo, por lo que ahora se tiene en el quinto piso al área de corte, en el cuarto piso al área de producción, y en el tercer piso al área de acabados y almacén de productos terminados. De esta manera el flujo de materiales y productos va de arriba hacia abajo y no retrocede en ningún momento. Asimismo, con la implementación se redujo la distancia recorrida por el flujo del

proceso en 9,95 metros u 11,02%, lo que significaría un aumento en la productividad de 13,64%.

- La evaluación económica indicó que la implementación es viable y que se puede realizar con la inversión de 21 296,58 soles. El VAN del flujo económico a un horizonte de evaluación de 6 meses es de 9 253,50 soles, lo que demuestra que invirtiendo y realizando la propuesta de implementación se obtendrán ahorros significativos.
- En el aspecto social, se conseguirá mejores condiciones de trabajo, ya que se tendrá una mejor distribución del espacio y procedimientos claros para sus labores. Por otro lado, el alcanzar objetivos y promocionar la capacitación al personal mejoran el bienestar laboral.



RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las recomendaciones:

- Medir de manera constante la satisfacción del personal con respecto a la implementación de la mejora, así como la del resto de empleados con la empresa. Para esto se puede utilizar:
 - Encuestas de satisfacción laboral: Cuestionarios que permitan la recopilación de la percepción de cada uno de los operarios con respecto al nuevo método de trabajo.
 - Entrevistas uno a uno.
 - NPS de empleados: Herramienta que se utiliza para medir la satisfacción del empleado en la empresa.
- Reactivar el programa de las 5s que implementaron en el 2017. Esta metodología de mejora continua potenciará los cambios que se realicen con la implementación, ya que se fundamenta en tener un trabajo ordenado, organizado y limpio, buscando mejorar las condiciones de trabajo, así como el compromiso de los colaboradores con la calidad y el trabajo en equipo.
- Realizar un estudio de mercado y desarrollar estrategias de marketing para identificar clientes potenciales, ya que así se aprovecharía en su totalidad el aumento de la capacidad productiva a la que se llegó con la implementación.
- Si bien la redistribución de planta tuvo resultados positivos y se mostraron mejoras tanto para el proceso de producción como para reducción del recorrido, se recomienda considerar la posibilidad de una nueva localización de planta, teniendo en cuenta el nuevo tamaño de planta requerido, para eliminar por completo estos desplazamientos de piso a piso.
- La propuesta de la línea de producción requiere de la disponibilidad total de la maquinaria involucrada para su idóneo funcionamiento, por lo que se recomienda la implementación de un programa anual de mantenimiento que incluya mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

REFERENCIAS

- Álvarez, Aldo (2020). *Clasificación de las Investigaciones*. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas. Carrera de Negocios Internacionales. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- Apaza, M., & Barrantes, E. (2020). *Administración Financiera*. Lima: Instituto Pacífico S.A.C.
- Arroyo, P., & Vásquez, R. (2017). *Ingeniería económica: ¿cómo medir la rentabilidad de un proyecto?* Lima: Universidad de Lima. Fondo Editorial.
- Autoridad Nacional Del Servicio Civil (2022). *Elaboración del Manual de Perfiles de Puestos*. Lima: Escuela Nacional de Administración Pública. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3159944/Elaboraci%C3%B3n%20del%20Manual%20de%20Perfiles%20de%20Puestos.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (10 de Agosto de 2023). *BCRPData. BONOS DEL TESORO EE.UU. - 10 AÑOS (%)*. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2020). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas*. Lima: Universidad de Lima. Fondo Editorial.
- Comex Peru (20 de Mayo de 2022). *¿CÓMO AYUDAR AL SECTOR TEXTIL?* <https://www.comexperu.org.pe/articulo/como-ayudar-al-sector-textil>
- Computrabajo. (28 de Julio de 2023). *Salario de Supervisor/a de planta en Perú*. Computrabajo. <https://pe.computrabajo.com/salarios/supervisora-de-planta>
- Damodaran, A. (Enero de 2023b). *Betas by Sector (US)*. Recuperado el 10 de Agosto de 2023, de https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Damodaran, A. (14 de Julio de 2023a). *Country Default Spreads and Risk Premiums*. Recuperado el 10 de Agosto de 2023, de https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html
- Del Cid, A., & Sandoval, F. (2015). *Investigación. Fundamentos y metodología*. (Tercera edición). PEARSON EDUCACIÓN.
- Díaz, B., & Noriega, M. (2018). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Lima: Universidad de Lima. Fondo Editorial.
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. (2014). *Disposición de planta*. Lima: Universidad de Lima. Fondo Editorial.
- Dominguez Tafur, Catherine (2020). *Propuesta de balance de línea para la mejora de la productividad y eficiencia del módulo de pijamas de una empresa de confecciones*. (Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniería Textil y

- Confecciones). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/12670>
- Infomercado. (18 de Marzo de 2021). *Sector textil prevé una “clara” recuperación durante el 2022*. <https://infomercado.pe/sector-textil-preve-una-clara-recuperacion-durante-el-2022-180322-lr/>
- Instituto Nacional de Calidad. (2016). *Norma Técnica Peruana NTP 399.010-1:2016 SEÑALES DE SEGURIDAD. Símbolos gráficos y colores de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad y franjas de seguridad*. Lima.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2008). *Aprueban la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico*. Lima.
https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/%24FILE/4_RESOLUCION_MINISTERIAL_375_30_11_2008.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021a). *NORMA A.060 INDUSTRIA*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366578/40%20A.060%20INDUSTRIA.pdf?v=1636059236>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021b). *NORMA A.080 OFICINAS*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366617/42%20A.080%20OFICINAS.pdf?v=1636059624>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021c). *NORMA A.130 REQUISITOS DE SEGURIDAD*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366635/47%20A.130%20REQUISITOS%20DE%20SEGURIDAD%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf?v=1677250657>
- Niebel, Benjamin W. & Freivalds, Andris (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Duodécima edición. McGraw-Hill
- Plataforma digital única del Estado Peruano. (4 de Noviembre de 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*.
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- RENOVETEC. (s.f.). *Norma IRIM 5001:2016*.
<http://www.mantenimiento.renovetec.com/RESUMEN%20DE%20LA%20NORMA%20IRIM%205001-2016%20ESPECIFICACION%20GENERAL%20DE%20INGENIERIA%20C3%8DA%20V1.pdf>
- Rodríguez Sotelo, Daniel (2012). *Diseño de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 para una empresa que fabrica aparejos para pesca*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). PUCP.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1720>

- Sevilla, E. L. (28 de Febrero de 2022). *Luis Antonio Aspillaga: “El Gobierno pudo ayudar más en recuperación del sector textil y confecciones”*. La Cámara. <https://lacamara.pe/luis-antonio-aspillaga-el-gobierno-pudo-ayudar-mas-en-recuperacion-del-sector-textil-y-confecciones/>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2021). *Industria Textil y Confecciones Marzo 2021*. Lima. <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>
- Statista. (Abril de 2023). *Average market risk premium in the United States from 2011 to 2023*. <https://www-statista-com.ezproxy.ulima.edu.pe/statistics/664840/average-market-risk-premium-usa/>
- Tinoco López, L. Á., Rodríguez Picón, L. A., Alvarado Iniesta, A., & Rodríguez Borbon, M. (2018). *COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE BALANCEO DE LÍNEA DE ENSAMBLE PARA UNA CAJA DE CAMBIOS*. Chetumal: Academia Journals 2018. <http://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/4131/Memoria%20-%20Balanceo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad de Lima. (21 de mayo de 2021). *NORMA TÉCNICA SOBRE LAS TALLAS DE LAS PRENDAS DE VESTIR* (Universidad de Lima, Entrevistador). <https://www.ulima.edu.pe/ulima/noticias/norma-tecnica-sobre-las-tallas-de-las-prendas-de-vestir>

BIBLIOGRAFÍA

- Adex Data Trade (s.f.). *Estadísticas por Descripción Arancelaria*.
<https://adexdatatrade.com/Members/Estadisticas.aspx>
- Cabrera, Gresia; Pereda, Estefani (2015). *Estudio de mejora integral en la empresa Transportes Pereda S.R.L.* (Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/3297>
- Campana, Jimena; Carbajal, Nicole (2017). *Mejora en la disposición de planta de la empresa Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C.* (Tesis de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/17497>
- CIEN-Adex. (2022). *Reporte de tendencias. Prendas de vestir*.
https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/CIEN_RT_Enero_2022.-1.pdf
- Cruz, Desiree; Cieza, Maura (2021). *Mejora en el tiempo del proceso de producción de una microempresa textil mediante la redistribución y reorganización del taller y almacenes*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/14752>
- Cuadros, Guillermo; Piedra, Fernando. (2017). *Estudio para la mejora en el área de producción de la empresa Textiles MAG&M S.A.C. aplicando la metodología 5S*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/8070>
- Díaz, Cluber (2022). *Análisis y propuesta de mejora en empresa de confección de pantalones utilizando herramientas de ingeniería industrial*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). PUCP.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21333>
- Espinoza Badillo, Jordan Ernesto (2021). *Mejora en el proceso de producción de chompas en la empresa Innovación Textil S.A.C.* (Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/15044>
- García Criollo, Roberto(1998). *Estudio del trabajo: medición del trabajo*. McGraw-Hill.
- ICONTEC. (s.f.). *NTC 2260:2017 PANTALONES INFORMALES*.
<https://tienda.icontec.org/gp-pantalones-informales-ntc2260-2017.html>
- ICONTEC. (s.f.). *NTC 340:1995 TEXTILES. INFORMACIÓN DEL ROTULADO DE PRODUCTOS. TEXTILES*. <https://tienda.icontec.org/gp-textiles-informacion-del-rotulado-de-productos-textiles-ntc340-1995.html>
- Loayza, Maria; Moyasevich, Milushka (2022). *Propuesta de mejora en la tintorería de una empresa textil*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero

Industrial). Universidad de Lima.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/15628>

Ministerio de la Producción (2022). *Estudio de Investigación Sectorial SECTOR TEXTIL Y CONFECCIONES 2020*.

<https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1065-estudio-de-investigacion-sectorial-sector-textil-y-confecciones-2020>

Peña Orozco, Diego; Neira García, Angela; Ruiz Grisales, Reynel (2016). *Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento*. Scientia Et Technica. vol. 21, núm. 3. Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84950585006>

Restrepo C., Jorge; Medina V., Pedro; Cruz T., Eduardo (2006). *Balanceo de un módulo de confección utilizando el algortimo de Helgeson and Birnie: Un caso de estudio*. Scientia Et Technica. vol. XII, núm. 32. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911652057.pdf>





ANEXOS

Anexo 1: Análisis de 20.67% de diferencia del tiempo promedio de producción con respecto al tiempo estándar

Tiempo de desplazamiento por la planta:

Los operarios de producción tienen que pararse de sus máquinas cuando la persona que está habilitando el corte no se da abasto. Estos traslados les toman en promedio la suma de 90 minutos a la semana. La distancia recorrida es desde el lugar de la máquina hasta la mesa de habilitado o buscando el corte.

Para una producción semanal de 410 pantalones a la semana. Se tiene aproximadamente un tiempo de desplazamiento de 45 min por cada tres paquetes de 70 unidades cada uno, es decir, diariamente se tiene un desplazamiento de 15 minutos entre los operarios de producción. Particularmente, por cada grupo de trabajo, como se puede ver debajo, se tiene un tiempo aproximado de 5 minutos diarios para una producción de 70 pantalones.

Tiempo de traslados de grupo de trabajo 1 (en segundos):

	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Total
Mesa MP. a máquina	33	34	36	103
Traslado Op. de máquina a máquina	35	27	37	99
Traslado MP. de máquina a máquina	36	43	37	116

318 segundos

Tiempo de traslados de grupo de trabajo 2 (en segundos):

	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Total
Mesa MP. a máquina	30	34	32	96
Traslado Op. de máquina a máquina	30	31	38	99
Traslado MP. de máquina a máquina	42	35	36	113

308 segundos

Tiempo de traslados de grupo de trabajo 3 (en segundos):

	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Total
Mesa MP. a máquina	45	38	42	125
Traslado Op. de máquina a máquina	26	28	25	79
Traslado MP. de máquina a máquina	31	28	32	91

295 segundos

Por lo que, utilizan 90 minutos aproximadamente para cubrir la producción semanal.

Se tiene que: $90 \text{ min} / 210 \text{ unidades} = 0.43 \text{ min/unid.}$

Traslado de confección a acabados:

Este tiempo incluye el traslado de producción a mesa de despacho para que pasen por el proceso de lavandería, asimismo cuando regresan de lavandería y dejan las prendas en mesa de despacho para trasladarlo a acabados.

Este tiempo de traslado es de aproximadamente 60 minutos a la semana. El movimiento de paquetes es de 2 tallas (140 pantalones), el cual se realiza cada dos días y se acumula para ser traslado a lavandería. Posteriormente se recibe a la siguiente semana, por lo que se tiene que trasladar del primer piso a acabados, tercer piso.

Tiempo de traslado de confección a Acabados. Semana 1 (en minutos):

	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Siguiente Semana	Total
Traslado de Producción a Acabados (mesa de despacho)	12.3	12.4	11.5		36.2
Traslado recepción Lavandería a Acabados				27.3	27.3
					63.5 minutos

Tiempo de traslado de confección a Acabados. Semana 2 (en minutos):

	Dia 2	Dia 4	Dia 6	Siguiente Semana	Total
Traslado de Producción a Acabados (mesa de despacho)	10.5	12.6	10.8		33.9
Traslado recepción Lavandería a Acabados				25.4	25.4
					59.3 minutos

Se tiene: 60 minutos / 140 pantalones = 0.43 minutos por unidad.

Asimismo, se considera también el mismo tiempo en el traslado dentro de acabados.

Teniendo en cuenta estos tres tiempos por desplazamiento, suman 1.29 minutos, por lo que vendría a ser 7.71% adicional al T.E.

Tiempo de paro de máquina:

El tiempo de paro de máquina sucede aproximadamente una vez a la semana y este es por fallo de máquina, rotura de hilo o de aguja.

Por conversaciones con los costureros, se tiene que se rompe hasta 12 veces por semana las agujas entre todas las máquinas y que se tardan 5 minutos, en promedio, en cambiarlas. A continuación, se muestra el tiempo registrado que tarda el cambio de aguja por cada máquina.

Máquina	Tiempo de cambio de aguja (en minutos)		
Remalladora	6.4	5.9	6.3
Recta	4.9	4.7	4.5
Remalladora con puntada	6.1	5.8	5.4
Recubridora	5.4	6.1	5.9
Plana 1/8	3.7	3.9	3.8
Plana 1/4	4.1	3.5	3.1

Tiempo promedio: 4.97 minutos.

Es decir, 60 minutos por semana. Producción por semana: 429 pantalones

Se tiene: 60 minutos/429 pantalones

8.39 segundos = 0.14 minutos

Por cuestiones de hilo son aproximadamente 90 minutos a la semana entre todas las máquinas operando. Se registró el tiempo, en minutos, de los cambios de hilos en las máquinas que utilizaron los grupos de trabajo durante una semana.

Se tuvo en el primero un tiempo de 31.4 minutos.

Tiempo de cambio de hilo en máquina de grupo de trabajo 1 (en minutos):

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Remalladora	3.5			3.6		
Recta	2.1			2.3		2.2
Remalladora con puntada		3.9			3.8	
Recubridora	3.9				4.3	
Plana 1/8		1.8				
Plana 1/4						

Asimismo, el segundo grupo obtuvo un tiempo de 29.5 minutos/semana

Tiempo de cambio de hilo en máquina de grupo de trabajo 2 (en minutos):

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Remalladora	3.7				3.5	
Recta		2.3		2.1		2.1
Remalladora con puntada		4.1		3.8		
Recubridora			3.9			
Plana 1/8		1.8				
Plana 1/4			2.2			

Y el tercero, tuvo un tiempo de 29.1 minutos en una semana.

Tiempo de cambio de hilo en máquina de grupo de trabajo 3 (en minutos):

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Remalladora	3.5			3.4		
Recta	2.1		2.3		2.1	
Remalladora con puntada		3.8		3.8		
Recubridora		3.9				
Plana 1/8						2.3
Plana 1/4		1.9				

Se tiene: 90 minutos/429 pantalones

12.58 segundos = 0.21 minutos

El fallo de máquina no es usual, según conversaciones, pero lo que hacen es cambiar de máquina y seguir con su labor. Esto les toma 2 minutos aproximadamente. En general, los últimos dos meses fueron aproximadamente 20 minutos por este problema.

Se tiene: 20 minutos / 3430 pantalones = 0.35 segundos

En total, se tiene que por tiempo de paro de máquina: 21.33 segundos, lo que significa un 2.13% adicional al T.E.

Errores de costura

El tiempo que se considera es el que se pierde en volver a coser las prendas. En el tiempo de dos meses se tuvo que reprocesar en diferentes semanas 42 y 33 pantalones, respectivamente. Esto sucedió por error de hilo el proceso de cosido sobre pierna izquierda, actividad número 8 del estudio de tiempos.

Se tiene: 12.9 segundos/pant x 75 pantalones = 967.5 segundos.

Asimismo, se tiene que descoser para poder reprocesar. Se tiene aproximadamente 20 segundos por costura para no dañar la tela.

35 segundos/pant * 75 pantalones = 2625 segundos

En total se tiene 3592.5 segundos/825 pantalones = 4.35 segundos/pantalón, lo que significan 0.43% de T.E. adicional por concepto de errores de costura.

Los 825 pantalones pertenecen a las semanas 1 y 5 de estudio.

Demoras de actividades específicas de producción:

Se tuvo una producción de 3430 en el periodo de 8 semanas

N° de semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Producción	410	440	435	428	415	442	428	432

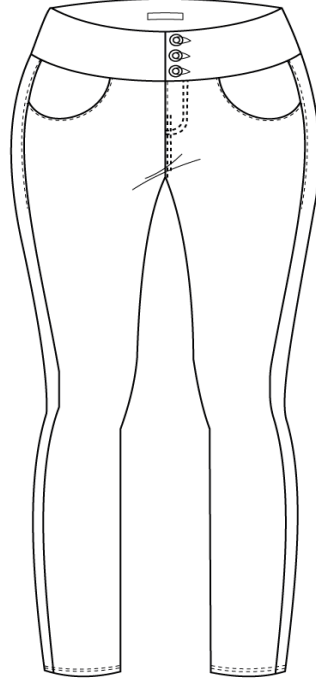
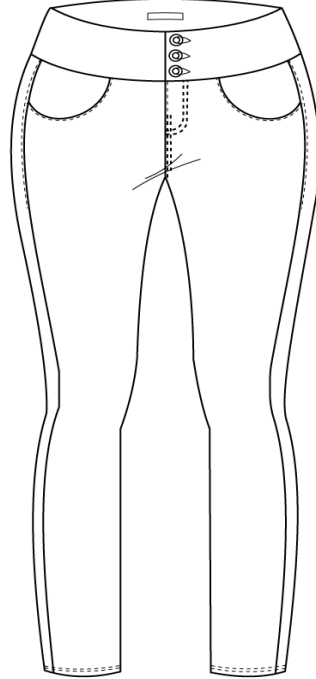
Esto fue realizado en 23040 minutos de tiempo (2 meses), por lo que se tiene que el tiempo para realizar un pantalón es de 20.15 minutos.

Por lo que, sumando todas las demoras:

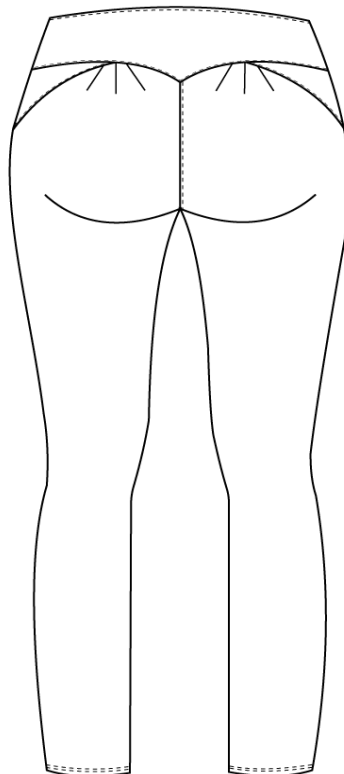
Errores de costura	0.43%
Tiempo de paro de máquina	2.13%
T. desplazamiento:	7.71%
	10.27%

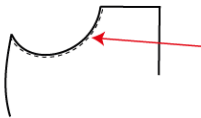
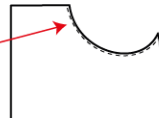
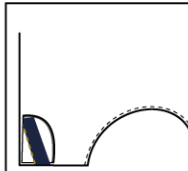
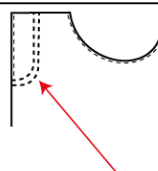
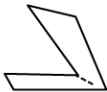
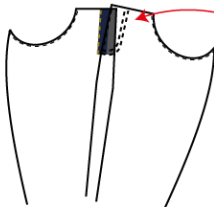
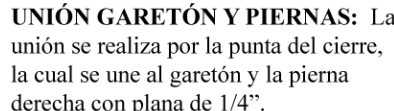
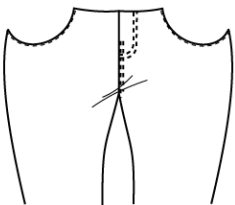
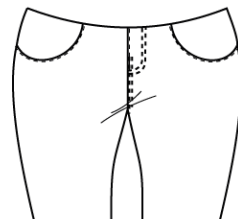
Se tiene que la diferencia total del tiempo hallado con respecto al T.E. es de 20.67%, por lo que un 10.40% de T.E. adicional en demoras de actividades propias del proceso de producción.

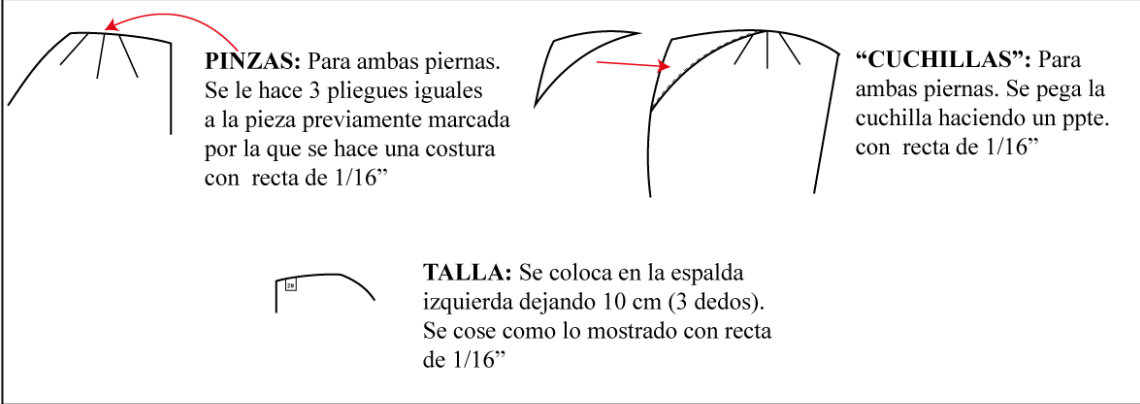
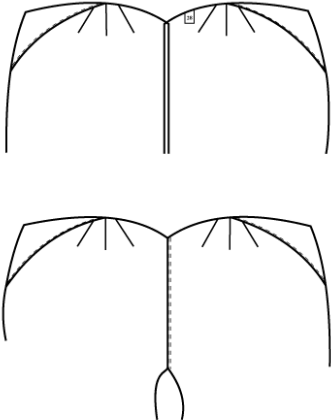
Anexo 2 : Ficha técnica de especificación

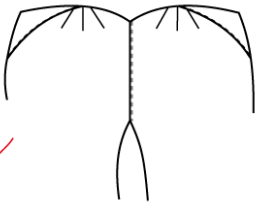
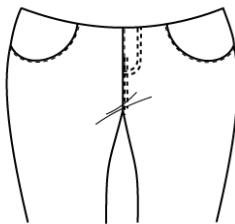
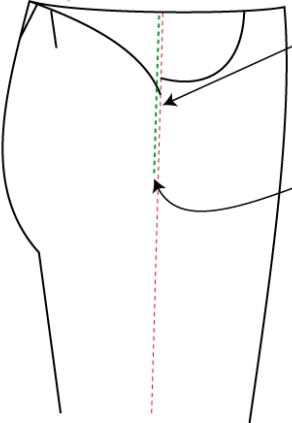
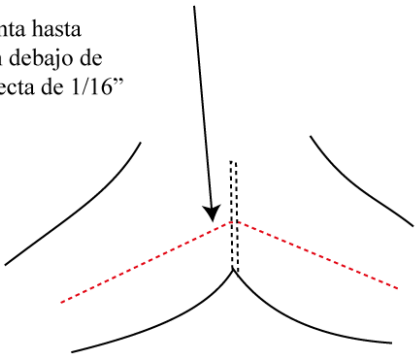
FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN				ESTILOS Y COLORES S.A.C.
MOLDE:	001	TELA:	FRENCH TERRY CRUDO	
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	28 - 30 - 32 - 34	
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:		
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:		Hoja: 2 - 7
CIERRE: “Dibujo” con plana 1/8” + unión de pierna plana 1/4”. Tener cuidado con la inclinación interna del cierre. Ver página x para detalle. ETIQUETA Y TALLA: Etiqueta va en pretina con recta 1/16”. Tallero va en espalda izquierda con recta 1/16” COSTADOS: pesp. recta de 1/16”. 1/4 de largo de pantalón. VISTAS: Previamente vuelta de pierna con recta 1/16”. pesp. bajo vista con recta de 1/16” siguiendo la forma ENTREPIERNA: Cerrar con rem. con puntada. Pespuntar la unión recta 1/16” BASTA: recubierto con 1/4”. empate al lado izquierdo. Una vez se haya cerrado toda la prenda.				Observaciones
				Combinación de hilos:
				1° hilo: Azul 2° hilo: Azul
				Detalles de costura:
				Recta, plana y recubierto: 8 ppp
				Remalle: 8 ppp Ancho de remalle: 1 cm
				NOTA
				SEGUIR LOS DETALLES DE COSTURA DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO, EXCEPTO DONDE INDIQUE LO CONTRARIO.
				ASIMISMO: - NO REVENTAR LAS PUNTADAS - NO HACER EMPATES - NO HACER SALTO DE PUNTADA

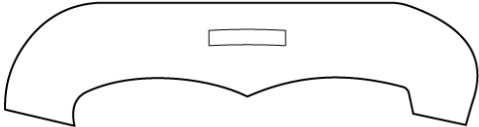
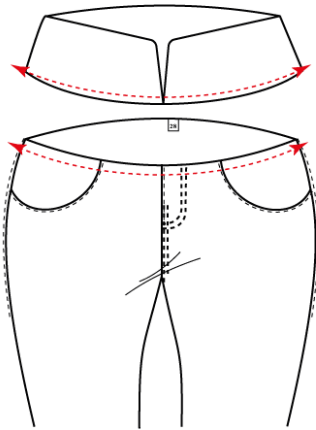
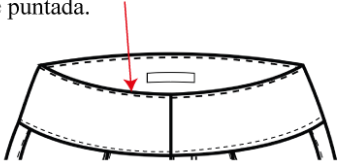
FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN			ESTILOS Y COLORES S.A.C.
MOLDE:	001	TELA:	
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:	
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:	
PINZAS: Doble manual y costura de las 3 pinzas. 3 por pierna con recta de 1/16". Se realiza previo a las "cuchillas" "CUCHILLAS": Se une con recta de 1/16" en ambas piernas. La unión es un con pespunte. UNIÓN DE ESPALDAS: Después de colocar la talla en la pretina interna. Se unen con rem. con puntada y se pespunta con recubridora de 1/4" PRETINA: Se embolsa una vez se haya unido delantero con espalda. Se realiza con recta de 1/16". El pespunte de la unión y el contorno se realiza con recta de 1/16". ENTREPIERNA: Cerrar con rem. con puntada. Pespuntar la unión recta 1/16" BASTA: recubierto con 1/4". embate al lado izquierdo. Una vez se haya cerrado toda la prenda.			Hoja: 3 - 7
			Observaciones
			Combinación de hilos:
			1° hilo: Azul 2° hilo: Azul
			Detalles de costura:
			Recta, plana y recubierto: 8 ppp Remalle: 8 ppp Ancho de remalle: 1 cm
			NOTA SEGUIR LOS DETALLES DE COSTURA DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO, EXCEPTO DONDE INDIQUE LO CONTRARIO. ASIMISMO: - NO REVENTAR LAS PUNTADAS - NO HACER EMPATES - NO HACER SALTO DE PUNTADA



FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN				ESTILOS Y COLORES S.A.C.
MOLDE:	001	TELA:	FRENCH TERRY CRUDO	
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	28 - 30 - 32 - 34	
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:		
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:		
DELANTERO				Hoja: 4 - 7
VUELTA DE PIERNA: Para ambas piernas. La pieza se pega haciendo un pespunte con recta de 1/16". VUELTA DE PIERNA Tamaño aprox: 20 cm x 2.5 cm (curva) 				Observaciones
ORILLADO DE GARETA: Costura sobre la misma pieza sin doblez PEGADO DE GARETA, CIERRE: (parte interna) El cierre se inclina 30° para colocarlo. Queda en el aire la otra punta. Se realiza con recta 1/16". PEGADO DE GARETA Y CIERRE: (parte afuera) Se pespunta la unión de la pierna, garetá y cierre.				Combinación de hilos: 1° hilo: Azul 2° hilo: Azul
REMALLADO DE GARETÓN Se cierra por un lado, se voltea y se dobla por la mitad. Va en la pierna derecha. "DIBUJO": Posterior al pespunte, se realiza con plana de 1/8". UNIÓN GARETÓN Y PIERNAS: La unión se realiza por la punta del cierre, la cual se une al garetón y la pierna derecha con plana de 1/4".				Detalles de costura: Recta, plana y recubierto: 8 ppp Remalle: 8 ppp Ancho de remalle: 1 cm
PEGADO DE PIERNAS: Se unen las piernas por el cierre (entre pierna derecha e izquierda) y el "cachito" (parte bajo el cierre) con plana de 1/4". PEGADO DE VISTAS Y ORILLADO: Se pegan las vistas (bolsillo) con la plana 1/8" debajo de la costura de vuelta de pierna. El orillado se hace con la vuelta de pierna y vista por la parte interna. (No se toca la pierna)				NOTA SEGUIR LOS DETALLES DE COSTURA DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO, EXCEPTO DONDE INDIQUE LO CONTRARIO. ASIMISMO: - NO REVENTAR LAS PUNTADAS - NO HACER EMPATES - NO HACER SALTO DE PUNTADA

FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN				ESTILOS Y COLORES S.A.C.
MOLDE:	001	TELA:	FRENCH TERRY CRUDO	
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	28 - 30 - 32 - 34	
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:		
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:		
ESPALDA				Hoja: 5 - 7
 PINZAS: Para ambas piernas. Se le hace 3 pliegues iguales a la pieza previamente marcada por la que se hace una costura con recta de 1/16" "CUCHILLAS": Para ambas piernas. Se pega la cuchilla haciendo un ppte. con recta de 1/16" TALLA: Se coloca en la espalda izquierda dejando 10 cm (3 dedos). Se cose como lo mostrado con recta de 1/16"				Observaciones
				Combinación de hilos: 1° hilo: Azul 2° hilo: Azul
				Detalles de costura: Recta, plana y recubierto: 8 ppp Remalle: 8 ppp Ancho de remalle: 1 cm
 UNIÓN DE ESPALDAS: Se unen las espaldas traslapando un cm (1 cm), estirando bien las piezas. Se realiza por la parte interna. La unión es con remalladora con puntada. PESPUNTE DE UNIÓN: Se realiza por la parte externa de la prenda sobre la anterior unión. Se realiza con recubierto (doble aguja)				NOTA SEGUIR LOS DETALLES DE COSTURA DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO, EXCEPTO DONDE INDIQUE LO CONTRARIO. ASIMISMO: - NO REVENTAR LAS PUNTADAS - NO HACER EMPATES - NO HACER SALTO DE PUNTADA

FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN				ESTILOS Y COLORES S.A.C.
MOLDE:	001	TELA:	FRENCH TERRY CRUDO	
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	28 - 30 - 32 - 34	
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:		
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:		
ENSAMBLE				Hoja: 6 - 7
ESPALDA:  DELANTERO:   UNIÓN POR LADOS Y CIERRE DE ENTREPIERNAS: La unión por lados se hace traslapando 1 cm la espalda sobre el delantero por ambos lados (ambas piernas). Asimismo, las entrepiernas se cierran de la misma forma, traslapando 1 cm. Se hacen con rem. con puntada. PESPUNTE UNIÓN: Se pespunta hasta 1/4 del largo del pantalón (14 cm debajo de la vista - 4 dedos). Se hace con recta de 1/16" 				Observaciones
				Combinación de hilos: 1° hilo: Azul 2° hilo: Azul
				Detalles de costura: Recta, plana y recubierto: 8 ppp Remalle: 8 ppp Ancho de remalle: 1 cm
				NOTA SEGUIR LOS DETALLES DE COSTURA DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO, EXCEPTO DONDE INDIQUE LO CONTRARIO. ASIMISMO: - NO REVENTAR LAS PUNTADAS - NO HACER EMPATES - NO HACER SALTO DE PUNTADA

FICHA TÉCNICA DE ESPECIFICACIÓN				ESTILOS Y COLORES S.A.C.
MOLDE:	001	TELA:	FRENCH TERRY CRUDO	
MARCA:	OPUS JEANS	TALLA:	28 - 30 - 32 - 34	
TEMPORADA:	INVIERNO 2023	FECHA:		
DESCRIPCIÓN:	PANTALÓN BÁSICO	FECHA ACT:		
PRETINAS  PRETINAS: Pretina interna y externa son similares en dimensiones. Fijarse en impresión de tizado para diferenciar. PRETINA INTERNA: La pretina interna lleva la etiqueta de la marca “Opus Jeans”, la cual tiene dimensiones de 14 cm de ancho y 4.5 cm de largo. Va en el medio de la pretina interna y se pega con recta de 1/16” por los extremos laterales.  PRETINA INTERNA Y EXTERNA.  El “sandwich” es pretina externa, pantalón y pretina interna por la altura señalada en rojo. EMBOLSADO: La unión primero es desde la base. El pantalón con la pretina interna y externa, siendo el primero al medio (sandwich). Se realiza con recta de 1/16” por todo el contorno de la unión. PESPUNTE: Se realiza por todo el contorno de la pretina. Este asegura el embolsado y le realiza con recta de 1/16”. Tener especial cuidado de no hacer saltos de puntada. 				Hoja: 7 - 7 Observaciones Combinación de hilos: 1° hilo: Azul 2° hilo: Azul Detalles de costura: Recta, plana y recubierto: 8 ppp Remalle: 8 ppp Ancho de remalle: 1 cm NOTA SEGUIR LOS DETALLES DE COSTURA DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO, EXCEPTO DONDE INDIQUE LO CONTRARIO. ASIMISMO: - NO REVENTAR LAS PUNTADAS - NO HACER EMPATES - NO HACER SALTO DE PUNTADA

Anexo 3: Estudio de tiempos

El estudio de tiempos se realizará siguiendo la técnica de registro “regreso a cero”, el cual, según Niebel y Freivalds (2009), después de leer el cronómetro en el punto final de cada elemento, el tiempo se regresa a cero. Esta técnica permite registrar directamente el TO, tiempo observado, y se puede realizar en desorden de manera independiente.

Para determinar el ciclo de estudios, se utilizará la tabla establecida por General Electric Company como guía aproximada para el número de ciclos a observar. Esta indica el número de ciclos de observación recomendado de acuerdo al tiempo de ciclo en minutos. (Niebel & Freivalds, 2009)

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
2	20
2.00 - 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5

Nota. De *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo* (p. 340), por B. Niebel y A. Freivalds, 2009

El tiempo del ciclo es de 20 minutos, por lo que se tomará el número recomendado correspondiente, 8 ciclos.

Debido a que el desempeño de todos los trabajadores no es el mismo, se debe ajustar el tiempo observado, TO, para cada elemento del estudio al tiempo normal, TN, para lo cual se requiere de una calificación, C, donde el 100 corresponde a una calificación estándar. (Niebel & Freivalds, 2009)

Esto se aplica mediante la siguiente operación:

$$TN = TO \times C/100$$

Dónde,

TO: Tiempo observado.

TN: Tiempo normal (Niebel & Freivalds, 2009)

Asimismo, se tiene que agregar tiempo extra a este tiempo, ya que ningún operario puede mantener un paso estándar todo el día de trabajo. El primer suplemento que se considerará son las interrupciones personales, tales como viajes al baño y tomar agua; estos representan un 5%. El otro suplemento que se tomará en cuenta es la fatiga básica, representa un 4%. (Niebel & Freivalds, 2009)

Se aplica de la siguiente manera:

$$TE = TN + TN * holgura$$

Siendo,

TE: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal (Niebel & Freivalds, 2009)

Posteriormente, se tendría el tiempo estándar realizando la suma de los tiempos elementales.

A continuación, se presenta el cuadro con el estudio de tiempos.

Núm. Elemento	Descripción	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
	Parte Delantero									
1	Unión "vuelta de pierna" con pierna izq.	105.0	12.0	12.6	105.0	12.5	13.1	105.0	12.5	13.1
2	Orillado de garetá	105.0	8.0	8.4	105.0	7.5	7.9	105.0	8.0	8.4
3	Remallado de garetón	105.0	20.0	21.0	105.0	21.0	22.1	105.0	19.5	20.5
4	Unión "vuelta de pierna" con pierna der.	105.0	12.0	12.6	105.0	12.5	13.1	105.0	12.5	13.1
5	Unión de garetá con pierna izquierda	105.0	8.0	8.4	105.0	8.5	8.9	105.0	8.0	8.4
6	Pespunte la unión de garetá con pierna izquierda	105.0	8.0	8.4	105.0	8.0	8.4	105.0	8.0	8.4
7	Se une con el cierre, una parte	105.0	10.0	10.5	105.0	9.0	9.5	105.0	9.0	9.5
8	Se hace el "dibujo" sobre la pierna izquierda	105.0	12.0	12.6	105.0	13.0	13.7	105.0	12.0	12.6
9	Unión pierna derecha con garetón y cierre	105.0	18.0	18.9	105.0	20.0	21.0	105.0	18.0	18.9
10	Se une la pierna derecha con la izquierda	105.0	15.0	15.8	105.0	16.0	16.8	105.0	14.0	14.7
11	Se une la pierna con la vista	105.0	20.0	21.0	105.0	22.0	23.1	105.0	20.0	21.0
12	Se orilla todas las partes de la vista	105.0	20.0	21.0	105.0	20.0	21.0	105.0	19.0	20.0
	Parte de Espalda									
13	Coser las 3 pinzas izq.	105.0	40.0	42.0	105.0	39.0	41.0	105.0	41.0	43.1
14	Unir la "cuchilla" a la pierna izq.	105.0	12.0	12.6	105.0	11.5	12.1	105.0	11.0	11.6
15	Se une la talla a la espalda izq.	105.0	5.0	5.3	105.0	6.0	6.3	105.0	5.0	5.3
16	Unir la "cuchilla" a la pierna	105.0	12.0	12.6	105.0	11.5	12.1	105.0	11.0	11.6
17	Coser las 3 pinzas	105.0	40.0	42.0	105.0	39.0	41.0	105.0	41.0	43.1
18	Se unen las espaldas	105.0	12.0	12.6	105.0	12.0	12.6	105.0	12.0	12.6
19	Pespunte unión de las espaldas	105.0	15.0	15.8	105.0	14.0	14.7	105.0	14.0	14.7

(continúa)

(continuación)

Núm. Elemento	Descripción	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
	Unión de delantero con espalda									
20	Se une el delantero con espalda por los costados	105.0	80.0	84.0	105.0	76.0	79.8	105.0	81.0	85.1
21	Pespunte de unión	105.0	20.0	21.0	105.0	18.0	18.9	105.0	18.0	18.9
22	Se cierra la entrepierna	105.0	25.0	26.3	105.0	23.0	24.2	105.0	24.0	25.2
	Unión de pantalón con pretina									
23	Se cose la etiqueta a la pretina "interna"	105.0	7.0	7.4	105.0	8.0	8.4	105.0	7.0	7.4
24	Se "embolsa" (unión) las dos pretinas con el pantalón	105.0	150.0	157.5	105.0	153.0	160.7	105.0	150.0	157.5
25	Pespunte unión y todo el contorno de las pretinas	105.0	240.0	252.0	105.0	235.0	246.8	105.0	245.0	257.3
26	Se hace la basta	105.0	15.0	15.8	105.0	16.0	16.8	105.0	17.0	17.9
	Ojal y atraques									
27	Cose el "dibujo" y ojal	105.0	10.0	10.5	105.0	11.0	11.6	105.0	11.0	11.6
28	Atraques	105.0	20.0	21.0	105.0	18.0	18.9	105.0	24.0	25.2
	Acabados									
29	Se coloca botones	105.0	10.0	10.5	105.0	12.0	12.6	105.0	11.0	11.6
30	Se limpia las hilachas restantes	105.0	20.0	21.0	105.0	18.0	18.9	105.0	24.0	25.2
31	Pegar Sticker	105.0	3.8	3.9	105.0	4	4.2	105.0	3.8	3.9
32	Colocar Hang tag	105.0	11.25	11.8	105.0	12	12.6	105.0	11.25	11.8
33	Se embolsa	105.0	7.0	7.4	105.0	7.0	7.4	105.0	7.0	7.4

Núm. Elemento	Descripción	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
	Parte Delantero									
1	Unión "vuelta de pierna" con pierna izq.	95.0	13.0	12.4	95.0	13.5	12.8	95.0	13.0	12.4
2	Orillado de garetá	95.0	9.0	8.6	95.0	8.5	8.1	95.0	9.0	8.6
3	Remallado de garetón	95.0	21.0	20.0	95.0	22.0	20.9	95.0	20.5	19.5
4	Unión "vuelta de pierna" con pierna	95.0	13.0	12.4	95.0	13.5	12.8	95.0	13.0	12.4
5	Unión de garetá con pierna izquierda der.	95.0	8.7	8.3	95.0	10.0	9.5	95.0	8.0	7.6
6	Pespunte la unión de garetá con pierna izquierda	95.0	7.8	7.4	95.0	8.5	8.1	95.0	8.2	7.8
7	Se une con el cierre, una parte	95.0	11.0	10.5	95.0	10.0	9.5	95.0	10.5	10.0
8	Se hace el "dibujo" sobre la pierna izquierda	95.0	12.5	11.9	95.0	12.0	11.4	95.0	12.0	11.4
9	Unión pierna derecha con garetón y cierre	95.0	19.0	18.1	95.0	18.5	17.6	95.0	18.5	17.6
10	Se une la pierna derecha con la izquierda	95.0	15.0	14.3	95.0	16.0	15.2	95.0	15.5	14.7
11	Se une la pierna con la vista	95.0	22.0	20.9	95.0	21.0	20.0	95.0	20.0	19.0
12	Se orilla todas las partes de la vista	95.0	20.0	19.0	95.0	22.0	20.9	95.0	20.0	19.0
	Parte de Espalda									
13	Coser las 3 pinzas izq.	95.0	42.0	39.9	95.0	41.5	39.4	95.0	41.0	39.0
14	Unir la "cuchilla" a la pierna izq.	95.0	12.0	11.4	95.0	12.0	11.4	95.0	12.0	11.4
15	Se une la talla a la espalda izq.	95.0	5.0	4.8	95.0	5.0	4.8	95.0	5.5	5.2
16	Unir la "cuchilla" a la pierna	95.0	12.0	11.4	95.0	12.0	11.4	95.0	12.0	11.4
17	Coser las 3 pinzas	95.0	42.0	39.9	95.0	41.5	39.4	95.0	41.0	39.0
18	Se unen las espaldas	95.0	13.0	12.4	95.0	12.5	11.9	95.0	12.0	11.4
19	Pespunte unión de las espaldas	95.0	16.0	15.2	95.0	15.5	14.7	95.0	16.0	15.2
	Unión de delantero con espalda									
20	Se une el delantero con espalda por los costados	95.0	82.0	77.9	95.0	83.0	78.9	95.0	78.0	74.1
21	Pespunte de unión	95.0	22.0	20.9	95.0	20.0	19.0	95.0	24.0	22.8
22	Se cierra la entrepierna	95.0	25.0	23.8	95.0	24.0	22.8	95.0	23.0	21.9
	Unión de pantalón con pretina									

(continúa)

(continuación)

Núm. Elemento	Descripción	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
23	Se cose la etiqueta a la pretina "interna"	95.0	8.0	7.6	95.0	7.5	7.1	95.0	7.8	7.4
24	Se "embolsa" (unión) las dos pretinas con el pantalón	95.0	155.0	147.3	95.0	160.0	152.0	95.0	170.0	161.5
25	Pespunte unión y todo el contorno de las pretinas	95.0	245.0	232.8	95.0	252.0	239.4	95.0	235.0	223.3
26	Se hace la basta	95.0	16.0	15.2	95.0	15.6	14.8	95.0	14.0	13.3
	Ojal y atraques									
27	Cose el "dibujo" y ojal	95.0	12.0	11.4	95.0	11.5	10.9	95.0	10.0	9.5
28	Atraques	95.0	18.0	17.1	95.0	21.0	20.0	95.0	22.0	20.9
	Acabados									
29	Se coloca botones	95.0	12.0	11.4	95.0	10.4	9.9	95.0	11.0	10.5
30	Se limpia las hilachas restantes	95.0	20.0	19.0	95.0	18.0	17.1	95.0	21.0	20.0
31	Pegar Sticker	95.0	4.0	3.8	95.0	4.3	4.0	95.0	3.8	3.6
32	Colocar Hang tag	95.0	12	11.4	95.0	12.75	12.1	95.0	11.25	10.7
33	Se embolsa	95.0	7.0	6.7	95.0	7.3	6.9	95.0	6.8	6.5

Núm. Elemento	Descripción	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
	Parte Delantero									
1	Unión "vuelta de pierna" con pierna izq.	90.0	13.0	11.7	90.0	13.3	11.9	90.0	13.0	11.7
2	Orillado de garetá	90.0	9.0	8.1	90.0	8.5	7.7	90.0	8.0	7.2
3	Remallado de garetón	90.0	24.0	21.6	90.0	21.0	18.9	90.0	21.5	19.4
4	Unión "vuelta de pierna" con pierna der.	90.0	13.0	11.7	90.0	13.3	11.9	90.0	13.0	11.7
5	Unión de garetá con pierna izquierda	90.0	9.0	8.1	90.0	8.5	7.7	90.0	10.0	9.0
6	Pespunte la unión de garetá con pierna izquierda	90.0	9.0	8.1	90.0	10.0	9.0	90.0	9.5	8.6
7	Se une con el cierre, una parte	90.0	12.0	10.8	90.0	11.3	10.2	90.0	11.0	9.9
8	Se hace el "dibujo" sobre la pierna izquierda	90.0	12.0	10.8	90.0	12.8	11.5	90.0	12.0	10.8
9	Unión pierna derecha con garetón y cierre	90.0	19.0	17.1	90.0	21.0	18.9	90.0	20.5	18.5
10	Se une la pierna derecha con la izquierda	90.0	16.5	14.9	90.0	17.0	15.3	90.0	15.0	13.5
11	Se une la pierna con la vista	90.0	21.0	18.9	90.0	22.0	19.8	90.0	19.6	17.6
12	Se orilla todas las partes de la vista	90.0	20.0	18.0	90.0	21.0	18.9	90.0	20.0	18.0
	Parte de Espalda									
13	Coser las 3 pinzas izq.	90.0	45.0	40.5	90.0	43.0	38.7	90.0	46.0	41.4
14	Unir la "cuchilla" a la pierna izq.	90.0	13.0	11.7	90.0	12.5	11.3	90.0	12.5	11.3
15	Se une la talla a la espalda izq.	90.0	6.0	5.4	90.0	6.0	5.4	90.0	5.8	5.2
16	Unir la "cuchilla" a la pierna	90.0	13.0	11.7	90.0	12.5	11.3	90.0	12.5	11.3
17	Coser las 3 pinzas	90.0	45.0	40.5	90.0	43.0	38.7	90.0	46.0	41.4
18	Se unen las espaldas	90.0	12.2	11.0	90.0	12.8	11.5	90.0	12.5	11.3
19	Pespunte unión de las espaldas	90.0	18.0	16.2	90.0	14.0	12.6	90.0	16.0	14.4
	Unión de delantero con espalda									
20	Se une el delantero con espalda por los costados	90.0	86.0	77.4	90.0	86.0	77.4	90.0	88.0	79.2
21	Pespunte de unión	90.0	22.0	19.8	90.0	21.0	18.9	90.0	22.0	19.8
22	Se cierra la entrepierna	90.0	26.0	23.4	90.0	24.0	21.6	90.0	28.0	25.2
	Unión de pantalón con pretina									

(continúa)

(continuación)

Núm. Elemento	Descripción	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
23	Se cose la etiqueta a la pretina "interna"	90.0	8.0	7.2	90.0	6.0	5.4	90.0	6.8	6.1
24	Se "embolsa" (unión) las dos pretinas con el pantalón	90.0	165.0	148.5	90.0	168.0	151.2	90.0	175.0	157.5
25	Pespunte unión y todo el contorno de las pretinas	90.0	245.0	220.5	90.0	255.0	229.5	90.0	235.0	211.5
26	Se hace la basta	90.0	15.0	13.5	90.0	16.0	14.4	90.0	14.0	12.6
	Ojal y atraques									
27	Cose el "dibujo" y ojal	90.0	10.0	9.0	90.0	11.0	9.9	90.0	12.0	10.8
28	Atraques	90.0	21.0	18.9	90.0	20.0	18.0	90.0	19.0	17.1
	Acabados									
29	Se coloca botones	90.0	11.0	9.9	90.0	12.0	10.8	90.0	11.0	9.9
30	Se limpia las hilachas restantes	90.0	21.0	18.9	90.0	21.0	18.9	90.0	19.0	17.1
31	Pegar Sticker	90.0	4.5	4.1	90.0	4.4	3.9	90.0	4.3	3.8
32	Colocar Hang tag	90.0	13.5	12.2	90.0	13.125	11.8	90.0	12.75	11.5
33	Se embolsa	90.0	7.2	6.5	90.0	7.5	6.8	90.0	8.0	7.2

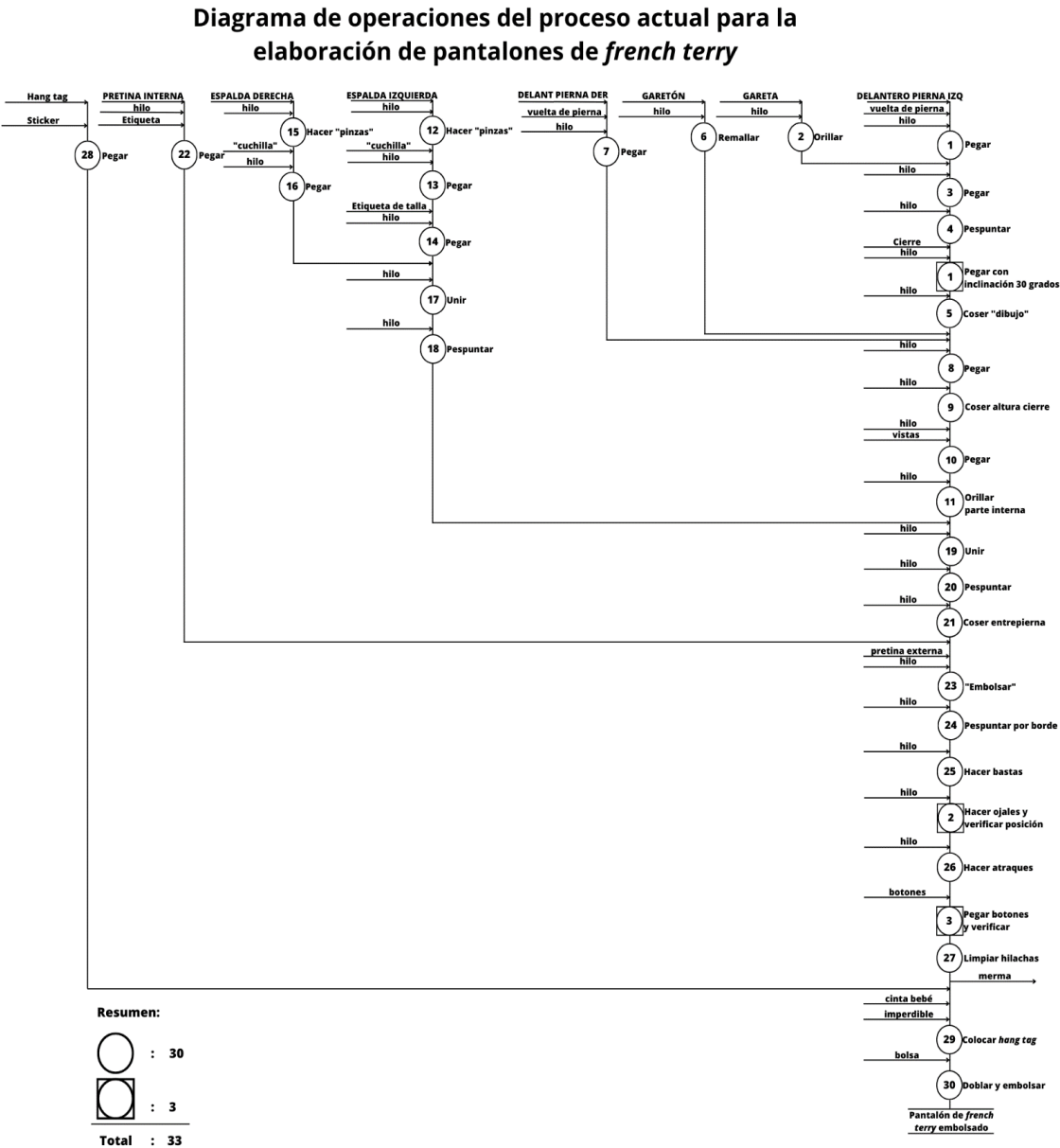
Núm. Elemento	Descripción	TN Promedio	Holgura (4% fatiga básica +5% necesidades básicas) = 9%	Tiempo Estándar
	Parte Delantero			
1	Unión "vuelta de pierna" con pierna izq.	12.4	1.1	13.5
2	Orillado de garetá	8.1	0.7	8.8
3	Remallado de garetón	20.4	1.8	22.2
4	Unión "vuelta de pierna" con pierna der.	12.4	1.1	13.5
5	Unión de garetá con pierna izquierda	8.4	0.8	9.2
6	Pespunte la unión de garetá con pierna izquierda	8.2	0.7	9.0
7	Se une con el cierre, una parte	10.0	0.9	10.9
8	Se hace el "dibujo" sobre la pierna izquierda	11.8	1.1	12.9
9	Unión pierna derecha con garetón y cierre	18.5	1.7	20.2
10	Se une la pierna derecha con la izquierda	15.0	1.4	16.4
11	Se une la pierna con la vista	20.1	1.8	22.0
12	Se orilla todas las partes de la vista	19.5	1.8	21.3
	Parte de Espalda			
13	Coser las 3 pinzas izq.	40.5	3.6	44.2
14	Unir la "cuchilla" a la pierna izq.	11.6	1.0	12.7
15	Se une la talla a la espalda izq.	5.3	0.5	5.8
16	Unir la "cuchilla" a la pierna	11.6	1.0	12.7
17	Coser las 3 pinzas	40.5	3.6	44.2
18	Se unen las espaldas	11.9	1.1	13.0
19	Pespunte unión de las espaldas	14.8	1.3	16.2
	Unión de delantero con espalda			
20	Se une el delantero con espalda por los costados	79.3	7.1	86.4
21	Pespunte de unión	20.0	1.8	21.8

(continúa)

(continuación)

Núm. Elemento	Descripción	TN Promedio	Holgura (4% fatiga básica +5% necesidades básicas) = 9%	Tiempo Estándar
22	Se cierra la entrepierna Unión de pantalón con pretina	23.8	2.1	25.9
23	Se cose la etiqueta a la pretina "interna"	7.1	0.6	7.7
24	Se "embolsa" (unión) las dos pretinas con el pantalón	154.8	13.9	168.8
25	Pespunte unión y todo el contorno de las pretinas	234.8	21.1	255.9
26	Se hace la basta Ojal y atraques	14.9	1.3	16.3
27	Cose el "dibujo" y ojal	10.6	1.0	11.5
28	Atraques Acabados	19.7	1.8	21.4
29	Se coloca botones	10.8	1.0	11.7
30	Se limpia las hilachas restantes	19.6	1.8	21.3
31	Pegar Sticker	3.9	0.4	4.3
32	Colocar Hang tag	11.8	1.1	12.8
33	Se embolsa	6.9	0.6	7.6
				1002.1 Segundos
				16.70 Minutos

Anexo 4: Diagrama de operaciones del proceso actual



13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.