



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Tema:**

---

**ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE DESPERDICIO DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA RENOVA**

---

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado  
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**ÁREA:** Producción y operaciones

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, materiales y producción

**AUTOR:** Jonathan Santiago Freire Guevara

**TUTOR:** Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

**Ambato - Ecuador**

**marzo – 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE DESPERDICIO DESDE LA PERSPECTIVA DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA RENOVA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Jonathan Santiago Freire Guevara, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

-----  
Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.  
TUTOR

## AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE DESPERDICIO DESDE LA PERSPECTIVA DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA RENOVA es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



---

Jonathan Santiago Freire Guevara

C.C. 1804431243

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



---

Jonathan Santiago Freire Guevara

C.C. 1804431243

AUTOR



## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Jonathan Santiago Freire Guevara, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE DESPERDICIO DESDE LA PERSPECTIVA DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA RENOVA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

-----

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

-----

Ing. Daysi Ortiz, Mg.

**PROFESOR CALIFICADOR**

-----

Ing. Christian Ortiz, Mg.

**PROFESOR CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación lo dedico en primer lugar al Dios de mi juventud, omnipotente, omnipresente y omnisciente, creador de los cielos y la tierra por guiar cada uno de mis pasos y brindarme la salud, fortaleza y sabiduría para alcanzar esta meta.*

*De manera especial a mis padres Luis y Beatriz que con su ejemplo de perseverancia, humildad y sacrificio me apoyaron a lo largo de mi formación académica y me permitieron dar este paso tan importante en mi vida.*

*A mi familia y hermanos, Raquel, Marcia, Fabián y Ximena por apoyarme incondicionalmente y motivarme a alcanzar este objetivo.*

*A mi mejor amigo y compañero de viaje Bryan Barros que hizo más amena la senda universitaria con quien luchamos arduamente día a día y hoy se ve reflejado el fruto de esos pequeños esfuerzos al concretarse esta meta en común.*

***Jonathan Santiago Freire Guevara***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a Dios por su gracia inagotable, su plácida compañía, y por concederme días llenos de Bendición a lo largo de todo este trajín que hoy culmina, poniendo a personas de luz en el camino.*

*¡Pero gracias a Dios, que nos da la victoria por medio de nuestro Señor Jesucristo!*

### ***1 Corintios 15:57***

*A mi familia como fuente de inspiración, apoyo incondicional e inefable amor.*

*Quiero extender mi sincera gratitud a Bryan, Maricela y David por su mano amiga durante mi formación.*

*Al Ing. Israel Naranjo por su guía y apoyo durante el desarrollo del presente proyecto de investigación, y su aporte académico a lo largo de la carrera en mi crecimiento profesional.*

*A la Empresa RENOVA por la apertura hacia el interior de sus instalaciones, para el desarrollo del presente proyecto de investigación que permitieron afianzar mis conocimientos y formar lazos afables de amistad.*

***Jonathan Santiago Freire Guevara***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xix
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación .....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos.....	4
1.3 Fundamentación teórica .....	9
1.3.1 Sistema de producción .....	9
1.3.2 Mapa de procesos.....	9
1.3.3 Análisis ABC .....	10
1.3.4 Estudio de tiempos.....	11
1.3.5 Lean Manufacturing.....	15
1.3.6 Técnicas Lean Manufacturing.....	23
1.3.7 Fases de implantación del sistema Lean Manufacturing.....	27
1.4 Objetivos .....	30
1.4.1 Objetivo general.....	30
1.4.2 Objetivos específicos .....	30
CAPÍTULO II .....	31
METODOLOGÍA .....	31
2.1 Materiales .....	31
2.2. Métodos .....	32
2.2.1 Modalidad de investigación .....	32
2.2.2 Población y muestra.....	37
2.2.3 Recolección de información .....	38
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	43

CAPÍTULO III .....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
3.1 Análisis y discusión de resultados .....	44
3.1.1 Situación actual de la empresa .....	44
3.1.2 Estructura organizacional.....	48
3.1.3 Formato de codificación de prendas de la empresa RENOVA.....	48
3.1.4 Principales productos de la empresa RENOVA .....	50
3.1.5 Mapa de procesos de la empresa.....	51
3.1.6 Análisis ABC .....	53
3.1.7 Datos del producto de mayor rentabilidad .....	59
3.1.8 Proceso productivo de la empresa RENOVA .....	60
3.1.9 Estudio de tiempos.....	62
3.1.10 Desperdicios de Lean Manufacturing identificados en el proceso productivo .....	73
3.1.11 Trazo del VSM actual para identificación de desperdicios.....	75
3.1.12 Cuantificación de desperdicios .....	80
3.1.13 Selección de herramientas Lean Manufacturing a ser propuestas.....	114
3.1.14 Trazo del VSM futuro .....	116
3.1.15 Propuesta de solución .....	118
Herramienta JIDOKA para eliminar el desperdicio de defectos y reprocesos.....	120
Herramienta TPM para eliminar el desperdicio de defectos, reprocesos y esperas .....	133
Herramienta APU o Mizusumashi para eliminar el desperdicio movimientos innecesarios y esperas.....	160
Herramienta HEIJUNKA para eliminar el desperdicio de inventarios y esperas ...	175
CAPÍTULO IV .....	190
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	190
4.1. Conclusiones .....	190
4.2. Recomendaciones .....	192
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	193
ANEXOS .....	197
ANEXO 1: Listado general de todos los productos que oferta la empresa .....	197
ANEXO 2: Cronómetro empleado para la toma de tiempos de operación. ....	202
ANEXO 3: Flexómetro calibrado empleado para la medición de distancias.....	203
ANEXO 4: Informe de calibración del flexómetro .....	203
ANEXO 5: Tabla resumen de artículos científicos de la metodología PRISMA. ....	204
ANEXO 6: Resumen de codificación de todas las actividades desarrolladas en el proceso productivo. ....	208
ANEXO 7: Obtención de tiempos preliminares de cada sección del área operativa de la empresa RENOVA .....	210

ANEXO 8: Valoración del trabajo según el método de Westinghouse.....	216
ANEXO 9: Valoración de suplementos de acuerdo a la tabla de la OIT .....	219
ANEXO 10: Cálculo de tiempos estándar de operación .....	223

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de ciclos de acuerdo con el criterio de la General Electric. ....	11
<b>Tabla 2.</b> Valorización del ritmo de trabajo según Westinghouse.....	12
<b>Tabla 3.</b> Tabla de suplementos OIT .....	13
<b>Tabla 4.</b> Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas..	15
<b>Tabla 5.</b> Rangos de competitividad del OEE. ....	27
<b>Tabla 6.</b> Materiales empleados en el proyecto de investigación.....	31
<b>Tabla 7.</b> Preguntas de investigación de la metodología PRISMA. ....	33
<b>Tabla 8.</b> Criterios de inclusión y exclusión de la metodología PRISMA .....	34
<b>Tabla 9.</b> Población de estudio de la empresa RENOVA en el área operativa.....	37
<b>Tabla 10.</b> Ubicación de la empresa RENOVA con su fachada principal.....	45
<b>Tabla 11.</b> Información general de la empresa obtenida a partir del RUC.....	47
<b>Tabla 12.</b> Desglose de la nomenclatura del código del producto de estudio.....	49
<b>Tabla 13.</b> Formato general de codificación de prendas.....	49
<b>Tabla 14.</b> Productos categoría A de la empresa RENOVA.....	50
<b>Tabla 15.</b> Ventas en el año 2022 de los productos ofertados por la empresa ...	53
<b>Tabla 16.</b> Obtención del porcentaje de participación acumulado, consumo acumulado y categorización. ....	56
<b>Tabla 17.</b> Resumen del análisis ABC.....	57
<b>Tabla 18.</b> Ventas 2022 del producto de mayor rentabilidad por tallas.....	58
<b>Tabla 19.</b> Resumen del análisis ABC de segundo orden .....	58
<b>Tabla 20.</b> Información acerca del producto de rentabilidad para la empresa con la talla de mayor consumo .....	59
<b>Tabla 21.</b> Descripción de los procesos existentes en la empresa RENOVA.....	60
<b>Tabla 22.</b> Obtención de tiempos preliminares en la sección de confección del área operativa de la empresa RENOVA. ....	62
<b>Tabla 23.</b> Ciclos a cronometrar en la sección de confección con base al criterio de la General Electric.....	63
<b>Tabla 24.</b> Codificación empleada para las actividades desarrolladas en cada sección del área operativa .....	64
<b>Tabla 25.</b> Ejemplo de codificación para la primera actividad desarrollada en la sección de confección. ....	64
<b>Tabla 26.</b> Ciclos a cronometrar en cada sección del área operativa de acuerdo con el tiempo observado obtenido de las mediciones previas .....	65
<b>Tabla 27.</b> Valorización del ritmo de trabajo de la operaria 1 de confección.....	65
<b>Tabla 28.</b> Cálculo de suplementos de la operaria 1 de la sección de confección con	

base al criterio de la OIT .....	66
<b>Tabla 29.</b> Obtención del tiempo de ciclo de operación en la sección de confección	68
<b>Tabla 30.</b> Valorización del ritmo de trabajo en el área operativa .....	70
<b>Tabla 31.</b> Resumen de los suplementos obtenidos para cada sección de acuerdo con el género del operario.....	71
<b>Tabla 32.</b> Resumen de los tiempos de ciclo para cada operación en cada sección ...	71
<b>Tabla 33.</b> Tiempo de ciclo de cada proceso y número de trabajadores empleados...	72
<b>Tabla 34.</b> Tiempo de ciclo en las secciones de confección, atraque y pulido.....	73
<b>Tabla 35.</b> Tiempos de ciclo empleados en el VSM actual con sus CP. ....	73
<b>Tabla 36.</b> Desperdicios de Lean Manufacturing identificados .....	74
<b>Tabla 37.</b> Tiempo estándar de operación vs Takt Time .....	78
<b>Tabla 38.</b> Cuantificación de defectos en el proceso productivo octubre-noviembre	80
<b>Tabla 39.</b> Origen de fallas .....	85
<b>Tabla 40.</b> Cantidad promedio de defectos por subgrupo en el mes de octubre.....	87
<b>Tabla 41.</b> Cantidad promedio de defectos por subgrupo en el mes de noviembre....	89
<b>Tabla 42.</b> Cuantificación de reprocesos en el periodo octubre-noviembre.....	91
<b>Tabla 43.</b> Porcentaje y porcentaje acumulado de las fallas más comunes presentes en el proceso productivo. ....	96
<b>Tabla 44.</b> Porcentaje de utilización de maquinaria en reproceso .....	98
<b>Tabla 45.</b> Costo de mano de obra mensual en el área operativa de la empresa .....	99
<b>Tabla 46.</b> Análisis del costo por hora, minuto y recargo por hora suplementaria.....	99
<b>Tabla 47.</b> Porcentaje de tiempo empleado en reproceso en jornada nominal y extraordinaria .....	99
<b>Tabla 48.</b> Costo de mano de obra por reproceso .....	100
<b>Tabla 49.</b> Total de Kw/min empleados en procesamiento .....	100
<b>Tabla 50.</b> Costo total de Kw/min en reproceso .....	100
<b>Tabla 51.</b> Costo de materia prima por reproceso .....	101
<b>Tabla 52.</b> Costo total por reproceso en los meses octubre-noviembre.....	101
<b>Tabla 53.</b> Cuantificación de movimientos innecesarios en el proceso productivo mes de noviembre.....	104
<b>Tabla 54.</b> Porcentaje acumulado de los metros recorridos por movimientos innecesarios.....	105
<b>Tabla 55.</b> Porcentaje acumulado del tiempo empleado por movimientos innecesarios.....	106
<b>Tabla 56.</b> Metros vs tiempo empleado en movimientos innecesarios durante el mes de noviembre.....	107
<b>Tabla 57.</b> Cuantificación de esperas en el proceso productivo mes de noviembre.	109
<b>Tabla 58.</b> Tiempos empleados por cada tipo de espera ocurrida y su frecuencia de	



ocurrencia en el mes de noviembre .....	110
<b>Tabla 59.</b> Cuantificación del inventario en proceso en la sección de atraque y pulido al final de la jornada mes de noviembre.....	113
<b>Tabla 60.</b> Selección de herramientas Lean Manufacturing aplicables a la realidad de la empresa.....	114
<b>Tabla 61.</b> Sustento científico de las herramientas seleccionadas .....	115
<b>Tabla 62.</b> Herramientas seleccionadas por cada desperdicio identificado .....	116
<b>Tabla 63.</b> Frecuencia de fallas comunes en los meses octubre-noviembre.....	123
<b>Tabla 64.</b> Cronograma de verificación diaria.....	125
<b>Tabla 65.</b> Responsabilidades y acciones para la detección de anomalías por cada área operativa.....	126
<b>Tabla 66.</b> Matriz propuesta para realizar el análisis de los 5 ¿por qué?.....	127
<b>Tabla 67.</b> Análisis de los 5 ¿por qué?.....	128
<b>Tabla 68.</b> Formato para el registro de fallas detectadas en el proceso.....	130
<b>Tabla 69.</b> Registro de fallas detectadas en el proceso .....	130
<b>Tabla 70.</b> Formato del plan de acción para la reducción y/o eliminación de fallas	131
<b>Tabla 71.</b> Plan de acción para la reducción y/o eliminación de defectos.....	132
<b>Tabla 72.</b> Esperas comunes en el proceso productivo con tiempo empleado .....	137
<b>Tabla 73.</b> Tiempo de parada total del mes de noviembre.....	138
<b>Tabla 74.</b> Cálculo del índice de disponibilidad .....	139
<b>Tabla 75.</b> Cálculo del índice de rendimiento.....	139
<b>Tabla 76.</b> Cálculo del índice de calidad .....	140
<b>Tabla 77.</b> Rangos de competitividad del OEE. ....	141
<b>Tabla 78.</b> Check list de mantenimiento autónomo para máquina overlock.....	143
<b>Tabla 79.</b> Check list de mantenimiento autónomo para máquina unidora.....	144
<b>Tabla 80.</b> Check list de mantenimiento autónomo para máquina recta propuesto..	145
<b>Tabla 81.</b> Check list de mantenimiento autónomo para máquina atracadora.....	146
<b>Tabla 82.</b> Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina overlock en el mes de marzo.....	147
<b>Tabla 83.</b> Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina unidora en el mes de marzo.....	148
<b>Tabla 84.</b> Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina recta en el mes de marzo.....	149
<b>Tabla 85.</b> Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina atracadora en el mes de marzo .....	150
<b>Tabla 86.</b> Presupuesto anual de materiales y herramientas para mantenimiento autónomo.....	151
<b>Tabla 87.</b> Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina overlock requeridos al año .....	152

<b>Tabla 88.</b> Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina unidora requeridos al año .....	153
<b>Tabla 89.</b> Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina recta requeridos al año .....	153
<b>Tabla 90.</b> Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina atracadora requeridos al año .....	154
<b>Tabla 91.</b> Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo. ....	155
<b>Tabla 92.</b> Costo anual para mantenimiento preventivo propuesto .....	156
<b>Tabla 93.</b> Análisis económico de la propuesta TPM.....	156
<b>Tabla 94.</b> Indicador para la implementación TPM.....	156
<b>Tabla 95.</b> Tiempos de parada propuesta eliminando paros y averías.....	157
<b>Tabla 96.</b> Cálculo del índice de disponibilidad futuro .....	157
<b>Tabla 97.</b> Cálculo del índice de rendimiento.....	157
<b>Tabla 98.</b> Cálculo del índice de calidad .....	158
<b>Tabla 99.</b> Identificación del nivel de aceptabilidad del OEE futuro .....	159
<b>Tabla 100.</b> Principales factores del desperdicio por movimientos innecesarios y su tiempo empleado en el mes de noviembre .....	163
<b>Tabla 101.</b> Metros recorridos en la planta en el mes de noviembre.....	165
<b>Tabla 102.</b> Planificación semanal de insumos requeridos en el módulo.....	166
<b>Tabla 103.</b> Registro diario para el control interno del abastecimiento de insumos	167
<b>Tabla 104.</b> Definición de conformidades y no conformidades .....	173
<b>Tabla 105.</b> Indicador para el seguimiento de la metodología APU .....	174
<b>Tabla 106.</b> Formato para auditoría semanal de la metodología APU .....	174
<b>Tabla 107.</b> Demanda mensual del año 2022 .....	178
<b>Tabla 108.</b> Primer modelo HEIJUNKA priorizando el mayor lote.....	181
<b>Tabla 109.</b> Segundo modelo HEIJUNKA priorizando el menor lote .....	182
<b>Tabla 110.</b> Porcentaje de la relación del tiempo de uso de los modelos 1 y 2.....	183
<b>Tabla 111.</b> Unidades a producir de cada categoría de productos de manera semanal	185
<b>Tabla 112.</b> Plan de producción de nivelación mensual .....	186
<b>Tabla 113.</b> Formato (hh: mm: ss) del valor de Takt Time .....	187
<b>Tabla 114.</b> Cronograma del día 1 del plan de nivelación HEIJUNKA.....	188

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Flujo de un sistema de producción .....	9
<b>Figura 2.</b> Adaptación actualizada de la Casa Toyota .....	16
<b>Figura 3.</b> Esquema del VSM .....	23
<b>Figura 4.</b> Diagrama Ishikawa .....	24
<b>Figura 5.</b> Diagrama de Pareto .....	24
<b>Figura 6.</b> Fases para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en la empresa RENOVA.....	36
<b>Figura 7.</b> Logotipo actualizado de la empresa RENOVA.....	45
<b>Figura 8.</b> Vista satelital de la ubicación de la planta de producción de la empresa RENOVA .....	46
<b>Figura 9.</b> Estructura organizacional de la empresa RENOVA.....	48
<b>Figura 10.</b> Mapa de procesos de la empresa RENOVA.....	51
<b>Figura 11.</b> Gráfico ABC para la identificación del producto de mayor rentabilidad.....	57
<b>Figura 12.</b> Gráfico ABC de segundo orden para la identificación de la talla de mayor consumo que tiene el producto de mayor rentabilidad.....	59
<b>Figura 13.</b> Almacenamiento de telas.....	60
<b>Figura 14.</b> Diseño de las referencias .....	60
<b>Figura 15.</b> Tendido del pliego a cortar .....	60
<b>Figura 16.</b> Bodega de insumos.....	60
<b>Figura 17.</b> Línea de confección.....	61
<b>Figura 18.</b> Operación de atraque y pulido.....	61
<b>Figura 19.</b> Operación de control de calidad .....	61
<b>Figura 20.</b> Empacado de prendas .....	61
<b>Figura 21.</b> Perchado de prendas .....	61
<b>Figura 22.</b> Costura floja. ....	74
<b>Figura 23.</b> Reproceso por costura floja. ....	74
<b>Figura 24.</b> Espera por mantenimiento correctivo de atracadora. ....	74
<b>Figura 25.</b> Operario de atraque en búsqueda de hilos .....	75
<b>Figura 26.</b> Inventario en proceso en la sección de atraque. ....	75
<b>Figura 27.</b> VSM actual .....	76
<b>Figura 28.</b> Tiempo de ciclo de proceso vs Takt Time.....	79
<b>Figura 29.</b> Origen de fallas en el proceso productivo de la empresa RENOVA.....	85
<b>Figura 30.</b> Gráfica de control tipo U en el mes de octubre .....	88
<b>Figura 31.</b> Gráfica de control tipo U en el mes de noviembre .....	90
<b>Figura 32.</b> Diagrama de Pareto de fallas comunes en el proceso productivo. ....	97
<b>Figura 33.</b> Porcentaje de utilización de máquinas en reproceso .....	98

<b>Figura 34.</b> Porcentaje de participación de mano de obra, energía eléctrica y materia prima en costos de reprocesamiento .....	102
<b>Figura 35.</b> Minutos empleados para reprocesamiento durante los meses octubre-noviembre.....	102
<b>Figura 36.</b> Diagrama de Pareto de metros recorridos en el proceso productivo ....	106
<b>Figura 37.</b> Diagrama de tiempo empleado en el proceso productivo.....	107
<b>Figura 38.</b> Desplazamiento total empleado por movimientos innecesarios durante el mes de noviembre .....	108
<b>Figura 39.</b> Tiempo improductivo por movimientos innecesarios en cada semana .	108
<b>Figura 40.</b> Esperas más comunes con su frecuencia de ocurrencia .....	110
<b>Figura 41.</b> Tiempos de espera en el proceso productivo.....	111
<b>Figura 42.</b> Diagrama de Pareto de esperas de mayor tiempo de valor no agregado	112
<b>Figura 43.</b> Inventario al término de cada semana .....	113
<b>Figura 44.</b> VSM futuro.....	117
<b>Figura 45.</b> Diagrama de relación herramienta-desperdicio .....	118
<b>Figura 46.</b> Porcentaje de ocurrencia de fallas más comunes en el proceso .....	124
<b>Figura 47.</b> Salto de puntada en la prenda .....	124
<b>Figura 48.</b> Diagrama Ishikawa para identificar las causas raíz que originan saltos de puntada .....	129
<b>Figura 49.</b> Paro inesperado por daño interno en máquina overlock.....	136
<b>Figura 50.</b> Porcentaje de esperas ocurridas en el proceso productivo en el mes de noviembre.....	137
<b>Figura 51.</b> Diagrama de recorrido de movimientos innecesarios identificados.....	164
<b>Figura 52.</b> Porcentaje de incidencia por distancia recorrida .....	165
<b>Figura 53.</b> Listado de insumos de la referencia Micaela Balance con su valor de consumo promedio por unidad.....	168
<b>Figura 54.</b> Insumos de acuerdo con la planificación socializada por el jefe de producción.....	169
<b>Figura 55.</b> Diagrama de recorrido propuesto .....	170
<b>Figura 56.</b> Comparación de metros recorridos con el método de trabajo actual y con el método de trabajo propuesto .....	171
<b>Figura 57.</b> Comparación de tiempo empleado con el método de trabajo actual y con el método de trabajo propuesto .....	172

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación se fundamenta en el análisis de los desperdicios clásicos de Lean Manufacturing que se encuentran presentes en los procesos de producción de la empresa RENOVA, y está enfocado en proponer un plan de acción mediante el uso de herramientas y metodologías propias de la filosofía Lean Manufacturing contempladas en un manual que permitan la optimización de recursos, logrando un mejor flujo productivo y una mayor eficiencia en la entrega de productos hacia el cliente final.

A partir del histórico de ventas de enero a octubre del año 2022 y mediante un análisis ABC se conoció el producto de mayor rentabilidad, sobre el cual se realizó el levantamiento de información de los procesos existentes y posteriormente se desarrolló un estudio de tiempos para el trazo del VSM actual que permitió determinar el estado inicial de la planta de producción, en donde se conocieron los desperdicios presentes como: defectos de los cuales el 44% estuvieron asociados al factor máquina y el 56% al factor humano; reprocesos con una mayor incidencia de saltos de puntada con el 23,44% frente a las demás causas; movimientos innecesarios por parte del operador de bodega y atraque sumando un total de 52,53% de tiempo improductivo; esperas en su mayor parte en bodega de producto terminado con el 67,25% e inventario donde se detectó un total de 240 prendas en estación al término del mes de noviembre.

Mediante un análisis de causas se establecieron oportunidades de mejora frente a cada desperdicio identificado, lo cual se complementó con la revisión bibliográfica de las ventajas y aportes de cada herramienta para su posterior selección de lo cual resultaron las metodologías: JIDOKA, TPM, APU y HEIJUNKA.

Al aplicar las herramientas se establece una reducción del porcentaje de defectos por unidad, un aumento del índice de eficiencia global de los equipos del 40,94%, una reducción de metros desplazados del 72,86 % ,y finalmente, la eliminación de esperas e inventarios al producir lo necesario en el tiempo requerido lo cual aporta una mejora del 77,27% en días de entrega de productos hacia el cliente final.

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, VSM, JIDOKA, TPM, APU, HEIJUNKA, defectos.

## ABSTRACT

This research project is based on classic Lean Manufacturing wastes analysis that are present in production processes at RENOVA Company and is focused on proposing an action plan through Lean Manufacturing philosophy tools and methodologies application contemplated in a manual that allows the resources optimization, achieving a better productive flow and greater efficiency in the products delivery to final customer.

From sales history between January and October of 2022 and through an ABC analysis the most profitable product was known, on which the information gathering of existing processes was carried out and later a time study was developed for the current VSM trace that allowed to determine initial production plant situation, where the present wastes were known as: defects of which 44% were associated to the machine factor and 56% to the human factor; reprocesses with a higher incidence of stitch jumps with 23.44% compared to the other causes; unnecessary movements by the warehouse and docking operator adding a total of 52.53% of unproductive time; waits mostly in the warehouse for finished product with 67.25% and inventory where a total of 240 garments were detected in season at the end of November.

Through a cause analysis, improvement opportunities were established for each identified waste, which were complemented by a literature review of the advantages and contributions of each tool for its subsequent selection, resulting in the following methodologies: JIDOKA, TPM, APU and HEIJUNKA.

By tools applying, a reduction in defects per unit percentage is established, an increase in the overall efficiency index of the equipment of 40.94%, a reduction of displaced meters of 72.86%, and finally, the elimination of waits and inventories by producing what is necessary in required time which brings an improvement of 77.27% in product delivery days to the final customer.

**Keywords:** Lean Manufacturing, VSM, JIDOKA, TPM, APU, HEIJUNKA, defects.

## INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado que avanza a pasos agigantados es erróneo pensar que los métodos de trabajo deben permanecer estáticos, pues hoy en día es difícil que una empresa manufacturera pueda mantenerse en el mercado, dada la alta competitividad. Algunos factores que impiden alcanzar este objetivo son: la mala calidad en los productos, que repercute en la disminución de ventas y pérdida de clientes, falta de mediciones en el proceso, desperdicio de materia prima que trae como consecuencia pérdidas económicas, desperdicios de tiempo de producción, entregas fuera de tiempo a los clientes, poca comunicación entre operarios, poca flexibilidad en los procesos, entre otros. Esto ha representado un gran obstáculo para las empresas que tienen como fundamento la mejora continua [1].

Una alternativa a esta problemática es la implementación de una metodología japonesa denominada Lean Manufacturing (LM) que consiste en la identificación de mudas o actividades que no agregan valor a lo largo del proceso productivo mediante la aplicación de herramientas de diagnóstico como el VSM actual, para posteriormente mitigarlas o reducirlas a través de la aplicación de herramientas operativas y de seguimiento, lo cual permite alcanzar altos niveles de eficiencia en las operaciones, sin embargo, para sacarle el máximo provecho a esta metodología se debe tener un equipo motivado, flexible y resolutivo, altamente comprometido con la mejora continua [2].

Su campo de aplicación es amplio como la producción de alimentos donde se encuentran cereales y bebidas, hasta el sector textil e incluso industria carrocera, es por esta razón que mediante algunos estudios se han establecido que al implementar herramientas y técnicas de la filosofía Lean Manufacturing, se logra un incremento notable en la productividad de las empresas, pues de esta manera se optimiza una gran cantidad de recursos en la cadena de producción por la notable reducción de costos, además que ayuda a entregar los productos que requiere el cliente en el momento preciso, se reduce el tiempo de preparación y número de defectos y se logra una gran gestión de inventarios al tener únicamente lo necesario, orientándose al cumplimiento del objetivo principal de Lean Manufacturing que es eliminar todas aquellas actividades por las que no está dispuesto a pagar el cliente [3].

La presente investigación resulta de gran importancia debido a la aplicación de conocimientos de distintas ramas enfocadas a la mejora de los sistemas productivos, lo cual permite identificar las oportunidades de mejora apoyándose de un mapa de la cadena de valor para su posterior análisis tanto cualitativo como cuantitativo y también busca proponer la aplicación de diferentes herramientas y técnicas del sistema Lean Manufacturing que permita aumentar la calidad de los productos a un bajo costo y en menor tiempo de entrega al consumidor final, mejorando la comunicación entre operarios y logrando un mejor flujo de operaciones y mejorando los niveles de productividad.

El presente proyecto de investigación, consta de cuatro capítulos, el primero, describe la problemática, la situación inicial de la empresa y conceptos fundamentales que engloban el tema; en el segundo capítulo se da a conocer la metodología empleada en el presente trabajo, donde se presentan los materiales, técnicas, herramientas y métodos que permiten el desarrollo del tercer capítulo, en el cual se exponen los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados junto con su respectivo análisis y discusión, y finalmente en el capítulo cuatro se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó mediante el desarrollo del presente estudio.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Tema de investigación

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE DESPERDICIO DESDE LA PERSPECTIVA DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA RENOVA.

#### 1.1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, la necesidad de alcanzar la eficiencia sin causar trastornos ni retrasos en la entrega de una referencia de producto es un factor de considerable importancia para las empresas que desean permanecer activas en el mercado. La baja productividad en las organizaciones ha sido una de las más grandes problemáticas, lo cual se ha dado principalmente por la escasa optimización de recursos a lo largo de su cadena de producción, ya sea por la falta de compromiso de la alta dirección por buscar la mejora continua, miedo al cambio o a su vez por el desconocimiento de técnicas y herramientas que permiten alcanzar dicho acometido. Son pocas las industrias en donde se aplican adecuadamente técnicas de la filosofía Lean Manufacturing, identificando cuáles de los 7 desperdicios clásicos de están presentes en sus procesos, para posteriormente disminuirlos y en algunos casos incluso eliminar dichas actividades que no agregan valor al producto, permitiendo así una reducción de hasta el 50% en sus costos de producción [1].

En la actualidad la industria se enfrenta a diferentes retos externos e internos: en los externos se tiene la competencia, sostenibilidad, volatilidad del mercado, crisis económica, en los internos se encuentran la inestabilidad de precios en la cadena de suministro, poca calidad de los productos, falta de innovación, y la escasa eficiencia en los procesos. Las empresas se enfrentan a una competencia sin fronteras, donde existe la necesidad urgente de cambiar la forma tradicional de operar, optimizar los procesos y reducir los desperdicios de tiempo, costo y espacio que se generan dentro de sus instalaciones, de este modo Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que propone obtener mayores beneficios utilizando menos recursos [2].

El sector textil ha presentado un gran auge desde épocas muy remotas, su actividad económica se resume en la producción de fibras naturales y/o sintéticas, o a su vez la elaboración de productos derivados de dichas materias primas [3]. Los factores que han influido negativamente en el sector son: falta de toma de datos, falta de control de stock, baja productividad por obsolescencia de máquinas, bajo rendimiento por nuevos equipos que se da cuando estos no se adaptan al proceso productivo o a su vez, no se tiene el conocimiento pleno de cómo operarlo correctamente. Una primera premisa para identificar los problemas presentes en sus procesos es conocer el tipo de sistema de producción que manejan, pues, este factor influye en la manera en cómo se da el flujo de información, y el modo en cómo se disponen los equipos y materiales dentro del emplazamiento, por tanto, si se tiene una producción por taller que es la manera más clásica de sistema productivo, se tendrá un excesivo almacenamiento de material entre estaciones, algo similar sucede en la producción por lote en la cual, el material en proceso será bien elevado, aumentando los costos de producción al tener inventario en proceso, discontinuidad entre operaciones, esperas, movimientos innecesarios y sobreproducción [4]. Una correcta disposición de equipos y materiales evidencia una mejora mayor al 10 % en la productividad semanal de las empresas [5].

En América Latina, los principales países que destacan en el sector textil son Brasil, Argentina, Colombia y en más bajo alcance Ecuador, México y Perú. En Colombia es escasa la aplicación de técnicas, herramientas o filosofías de mejora en pequeñas y medianas empresas, por lo que el país presenta bajas tasas de eficiencia y productividad debido a demoras en la cadena logística, incumplimiento de plazos para productos, baja rotación de inventarios, escaso uso de tecnología, maquinaria obsoleta o poco utilizada, altos costos de producción, falta de comunicación, mano de obra incapaz de realizar tareas, inexistencia de un manual de procedimientos y falta de estandarización en sus operaciones [6].

En Perú, el sector textil no ha generado productividad y competitividad debido a los elevados costos logísticos y sobrecostos laborales que se desprenden de la ineficiente mejora de los sistemas productivos. El aumento del lead time, el tiempo de ciclo, trabajo en proceso o WIP por sus siglas en inglés “Work in Progress”, y la gran cantidad de movimientos innecesarios que se dan en las líneas de producción son factores que afectan de manera negativa al rendimiento del sector textil principalmente

en aquellas empresas dedicadas a la confección de tejido de punto, dado que, estos desperdicios aumentan considerablemente los costos de fabricación [7]. En este país los métodos para mejorar la productividad son básicos limitándose al estudio de tiempos y movimientos, requiriéndose la mejora en cuanto a la capacidad de la gerencia para liderar los retos del mercado como la incorporación de clústeres [6].

Actualmente, en Ecuador la industria textil y confección es la tercera más grande en el sector de la manufactura, aportando más del 7% del PIB manufacturero nacional. Este sector ha creado plazas de empleo para miles de familias, según datos emitidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) son alrededor de 158 mil personas que trabajan de manera directa en empresas textiles y de confección, sin considerar aquellas personas que laboran de manera indirecta, debido a que en el país existen 33 ramas productivas que se desprenden de esta actividad económica [8]. Sin embargo, según el Instituto de Economía de la USFQ en productividad el Ecuador está en la mitad y con tendencia a la baja; en el reporte global de competitividad [9].

La empresa RENOVA es una empresa ambateña con 11 años al servicio de la ciudad y el país cuya actividad económica se centra en la elaboración de prendas de uso estético en dos líneas, masculina y femenina, entre las que se pueden citar fajas remodeladoras, reductoras, correctoras de postura y postquirúrgicas [10]. A lo largo de los años ha conseguido una considerable expansión de tiendas a nivel nacional y para el año 2020 ha incursionado en el mercado internacional tras la apertura de una tienda en los Estados Unidos, la empresa cuenta con una Certificación ISO 9001-2015, otorgada tanto por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (INCOTEC) como por la Red de Certificación Internacional (IQNET) y ha mantenido un alto porcentaje de aceptación en el mercado pese a la poca competitividad que ha tenido el producto, dada la alta disponibilidad de artículos de la misma línea en la zona centro del país.

La empresa RENOVA ha visto la necesidad de buscar formas de trabajo más sofisticadas, en la lucha por alcanzar competitividad en el mercado, sin embargo, a través del tiempo que lleva en operación, no se ha podido evidenciar un gran avance en el desarrollo y gestión de procesos, debido a que el desempeño de la línea de producción en el área operativa se ha visto afectada por reprocesos, incumplimiento

en tiempos fijados de producción y problemas de calidad en el producto terminado, atribuibles al factor humano, como el descuido o el mal uso de las máquinas, que repercute en manchas de grasa o costuras erróneas, así mismo, se asocian los defectos a la obsolescencia y desgaste de máquinas, y también se atribuye a telas que presentan fallas en su origen, así como insumos de mala calidad ocasionando pérdidas económicas debido a retrabajos y tiempos de operación más largos provocando retrasos en la planificación de la producción.

Otro de los problemas que está presente en el proceso es la poca capacidad de respuesta a la demanda que incurre en tiempos de entrega largos, debido a la poca comunicación entre departamentos. Con el presente proyecto se pretende lograr un mejor flujo de información en las operaciones y la optimización de recursos disponibles reduciendo o eliminando los desperdicios de Lean Manufacturing identificados como pueden ser la sobreproducción, el tiempo de espera, sobreprocesamiento, inventario, defectos, transporte y movimientos innecesarios; a través de la propuesta de aplicación de un manual de herramientas de Lean Manufacturing en el área operativa.

## **1.2 Antecedentes investigativos**

Muchos han sido los estudios respecto a los desperdicios de Lean Manufacturing presentes en empresas de diferente sector industrial a lo largo de los años tras la puesta en marcha de Toyota que logró desarrollar las herramientas que se aplican hasta la actualidad como el Jidoka y el Just in Time, las cuales se fueron implementando a lo largo de los años, logrando una reducción notable de desperdicios y posicionándose como un referente mundial de rentabilidad [11]. De esta manera se ha establecido que al implementar herramientas y técnicas de la filosofía Lean Manufacturing, se logra un incremento notable en la productividad de las empresas pues, de esta manera se optimiza una gran cantidad de recursos en la cadena de producción por la notable reducción de costos, además que ayuda a entregar los productos que requiere el cliente en el momento preciso, se reduce el tiempo de preparación y número de defectos y se logra una gran gestión de inventarios al tener únicamente lo necesario [12].

El sector textil presenta un problema general, debido a la creciente introducción de productos internacionales (chinos, hindúes, etc.), debido al bajo costo de la mano de obra y al uso de equipos de alta tecnología, esto obliga a las empresas del campo a

mejorar sus procesos productivos, producir más con menos y reducir los costos de los trabajos más básicos. Por lo tanto, se propone implementar la metodología Lean, centrándose directamente en la optimización de los procesos productivos utilizando sus diversas herramientas y una selección de indicadores para el seguimiento de los resultados. Para validar, se realizó un estudio de caso en una empresa real que implementó las diferentes herramientas Lean y la matriz Kaizen en el proceso de teñido y acabado, proceso que presenta un alto porcentaje de defectos. Esto permitió reducir efectivamente el número de procesos en un significativo 8.14%, lo que permitió a la empresa ahorrar \$ 184,320.42 [13].

Como ejemplo de la implementación de un sistema Lean Manufacturing se puede citar un caso de estudio realizado en Colombia para el año 2018 donde se determinaron factores que se requerían mejorar en cuanto a la productividad en el sector textil a partir de la utilización de herramientas Lean Manufacturing para poder aumentar la calidad de productos finales y disminuir los costos, para esto se seleccionaron 7 empresas textiles de Antioquía que aplican estas herramientas, comprobando que la mejora continua basada en la filosofía de Kaizen conjuntamente con el análisis de costos y aplicación de técnicas de Lean Manufacturing como Kanban, 5S, Just in Time y TQM logran una disminución de costes debido a la reducción de no conformidades tras implementar herramientas de Lean Manufacturing, lo que ha permitido alcanzar una ventaja competitiva, difundiendo la filosofía a todos los niveles de la organización permitiendo alcanzar los objetivos empresariales, aumentando la productividad y por ende la rentabilidad en las empresas [14].

En Pakistán se hizo un estudio en las industrias textiles mediante el método de triangulación sobre las barreras a la implementación de Lean, para ello se realizó un análisis de las causas fundamentales a través de entrevistas con expertos. Luego de la entrevista, se dedujo que el liderazgo deficiente, la preparación insuficiente, la falta de disponibilidad de expertos locales, la confusión y la mala comunicación son barreras cruciales para la implantación de lean. También se identificó que la herramienta más usada en la región es las 5 S [15]. Lean Manufacturing puede ser aplicado a cualquier organización sin embargo existen limitaciones debido a la naturaleza y las características específicas de la industria. Algunos autores consideran que vale la pena explorar el problema por el potencial para mejorar la efectividad de la implementación

de Lean en las empresas del sector textil [16].

En una empresa textil se desarrolló un diagnóstico en donde el principal problema era el incumplimiento de pedidos con un porcentaje del 31%, por lo cual se realizaron mediciones de actividades que agregan valor y no agregan valor, y posteriormente se elaboró el mapeo actual del flujo de valor de la situación de esta empresa. Finalmente, se realizó la priorización de herramientas con criterios de costo, tiempo, factibilidad de la implementación, logrando definición de la propuesta de 5S y Celdas de Fabricación que permitieron disminuir el tiempo de ciclo, aumentar la capacidad de producción mejorando el entorno de trabajo de 46% a 87 % y cumplir con la demanda mensual de los clientes [17].

La nueva tendencia es evitar la fabricación de lotes y colas de gran volumen para producir lotes pequeños con plazos de entrega cortos debido a la fluctuación de las demandas de los clientes. Sin embargo, producir más productos en lotes pequeños da como resultado más cambios. Por lo tanto, un cambio rápido proporciona la capacidad de fabricar pequeñas cantidades de la gran diversidad de demandas de los clientes [18]. Uno de los métodos más comunes para la reducción del tiempo de cambio es el Intercambio de Troqueles de un Solo Minuto (SMED), que es una técnica de Fabricación ajustada. La metodología tiene un mecanismo de encadenamiento hacia adelante. Uno de los aspectos originales del sistema es comenzar la metodología con la visión de la empresa y la estrategia. Si la estrategia es adecuada para la empresa, el sistema puede continuar, de lo contrario, sugerir otra estrategia, como la subcontratación o la inversión en tecnología de producción [19].

En una línea de producción de una empresa de fabricación de prendas de vestir de fibra natural, se pudieron identificar las mudas de un proceso productivo, mediante la herramienta VSM que se pudo obtener a través de la observación, medición y entrevista, así también se pudieron filtrar y priorizar las mudas empleando el método de jerarquía analítica de acuerdo con siete categorías de cambios, para lo cual se ha aplicado el software Super Decision. A continuación, de acuerdo con las prioridades obtenidas, se ha trazado un mapa del sistema de valores futuro y se han presentado algunas sugerencias para eliminar las mudas [20].

Los beneficios de la fabricación Ajustada y la Planificación de Recursos Empresariales

(ERP) para los sistemas de fabricación se han confirmado en la literatura. Sin embargo, continúan los debates sobre los efectos de estos dos sistemas en el rendimiento de fabricación, Se hace una sugerencia para construir un sistema Lean basado en ERP que soporte la producción ajustada para que los gerentes de la industria obtengan los beneficios del sistema ERP [21]. El aumento de la productividad es una de las estrategias competitivas que se pueden aplicar en una empresa para sobrevivir en una intensa presión competitiva. PT. XYZ es una industria textil que fabrica guantes de golf y bolsas para Caddy que implementó un sistema Kaizen como concepto de fabricación ajustada, además pudo mapear la línea de producción actual, analizar y diseñar el mapeo del flujo de valor futuro mediante la eliminación de residuos ocurridos. Se obtuvo una reducción del tiempo de entrega de hasta 440,4 segundos mediante la eliminación de 17 actividades sin valor añadido. Aumentando la productividad hasta un 21%, lo que equivalía a 502 piezas [22].

El marco metodológico del Sistema de Sistemas se ha ampliado para proponer que el enfoque de Dinámica de Sistemas tiene la capacidad de modelar y simular los aspectos de una organización, para este caso se tomó una organización de tejido textil la cual tenía un tiempo de ciclo alto debido al trabajo innecesario en el proceso y una capacidad de producción reducida debido a los apagones continuos. Se realizó el estudio para modelar y modificar el escenario existente con la intención de presentar un escenario futuro preferido. El estado futuro propuesto se construyó utilizando herramientas Lean seleccionadas, necesarias para abordar las preocupaciones en curso. El Sistema de Dinámica de Sistemas en presencia de conceptos lean demostró ser un enfoque intuitivo y completo para tomar decisiones estratégicas. El modelo puede servir como una herramienta de planificación para evaluar el impacto financiero en la rentabilidad general de la empresa en consideración [23]. La simulación de procesos mediante la implementación de la distribución estadística de los tiempos de producción en el software SIMUL8 también ha jugado un papel importante y ha permitido aumentar el rendimiento medio por operador [24].

Para garantizar ventajas competitivas, las industrias textiles están aplicando enfoques modernos para mejorar en general crecimiento de la productividad, calidad del producto, estandarización, eficiencia y efectividad, reducción de costos de fabricación sucesivamente para recuperar la caída de la empresa hasta el punto crítico debido a los

efectos de las políticas liberales en los mercados internacionales [25]. Recientemente, varias herramientas de gestión de calidad total (TQM) están desempeñando un papel importante en función de la tecnología moderna. Las herramientas de GTC son métodos, habilidades, medios o mecanismos prácticos que se pueden aplicar a tareas particulares. En un estudio se aplicaron dos herramientas de TQM, “hoja de verificación” y “diagrama de flujo” (o gráfico de ejecución) en la unidad de acabado de una prenda industria en Bangladesh para descubrir las formas de mitigar una cantidad significativa de alteraciones, reelaboraciones, rechazos y mejoras calidad y eficiencia. Aquí, la hoja de verificación se utilizó para contar el número de defectos de los elementos seleccionados. Luego, se definieron e implementaron medidas contra las causas fundamentales para mejorar la calidad y reducir la repetición de trabajos [26].

Para las empresas que operan dentro de la industria de fabricación de prendas de vestir, tener tiempos de inactividad frecuentes en sus flujos de producción es un problema extremadamente común. En este contexto, se requiere una línea de producción equilibrada para evitar tiempos de espera elevados debido a la capacidad productiva limitada. Una línea de ensamblaje bien balanceada permite producir productos en un tiempo óptimo y con menos recursos, como máquinas, materiales o mano de obra, ya que se produce el número correcto de productos con la cantidad exacta de recursos, lo que genera ahorros en los costos de producción [27].

La competitividad en la industria textil ha aumentado significativamente debido a las mejores condiciones en términos de calidad y volumen que ofrecen las industrias extranjeras. Sumado a esta situación, la baja productividad y las entregas tardías se convierten en factores principales que provocan la falta de desarrollo en las pymes peruanas. Como solución a este problema, es esencial actuar en la gestión de la producción y el almacén mediante el uso de herramientas de fabricación ajustada como JIT, Kanban y Trabajo estandarizado. En un caso de estudio en relación con las pymes peruanas se propuso un modelo integrado que establecía el entorno para reducir algunos indicadores críticos como los productos defectuosos (20%) o la tasa de entrega fuera de plazo (60%), y se pudo confirmar la efectividad de Kanban, JIT y el trabajo estandarizado como herramientas para mejorar la eficiencia y la agilidad en la producción y la gestión de almacenes [28]. Por otra parte, también se ha propuesto un modelo de optimización que utiliza Just-In-Time y Lean Warehouse para reducir los



pedidos pendientes, acortar los tiempos de entrega y minimizar la entrada de materiales defectuosos en estas pymes [29]. Para el problema de pedidos no cumplidos se proponen las herramientas de Estandarización y Planificación Sistemática de Layouts (SLP) bajo un entorno Plan-Do-Check-Act (PDCA) con el objetivo de mejorar los tiempos de toma y el porcentaje de actividades Sin Valor Agregado (NVA), lo que permite a una reducción del 25% en los plazos de producción [30].

### 1.3 Fundamentación teórica

#### 1.3.1 Sistema de producción

Se define al sistema de producción como el conjunto de actividades que un grupo de personas organiza dirige y realiza, acorde con sus objetivos cultura y recursos, brindando una estructura que facilita la descripción y la ejecución de un proceso para obtener un bien o servicio [31] . Los sistemas de producción involucran: personas, materiales, maquinaria y métodos.

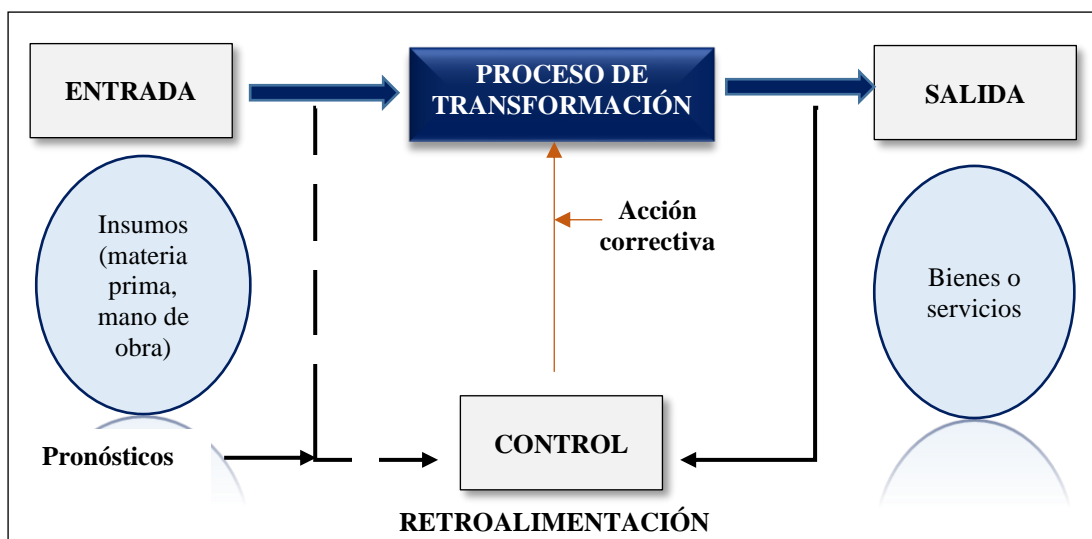


Figura 1. Flujo de un sistema de producción

#### 1.3.2 Mapa de procesos

El mapa de procesos es un documento importante para conocer cómo interactúa una empresa con el entorno. Se puede definir como la representación gráfica de los procesos de una empresa y su relación con el exterior, concretamente, con las partes interesadas. Para elaborar el mapa de procesos se requieren acciones metódicas y,

aunque existen varias tipologías, la más común es la que sigue la metodología de la normativa ISO 9001 de calidad por la aceptación que tiene en la mayoría de las empresas [33].

### 1.3.3 Análisis ABC

El análisis ABC, también conocido como regla del 80/20 o ley del menos significativo, permite determinar cuáles productos son los de mayor valor, ya que no son necesariamente ni los de mayor precio unitario, ni los que se consumen en mayor proporción, sino aquellos cuyas valorizaciones son elevadas dentro del inventario total de una empresa [34].

Este sistema de control de inventario permite clasificar los productos de la empresa en alguna de las siguientes categorías:

- **Categoría A:** Representa los productos de mayor valor, es decir aquellos que ayudan al beneficio de la empresa al optimizar los recursos.
- **Categoría B:** Son los productos de menor importancia.
- **Categoría C:** Estos productos son aquellos que carecen de importancia porque tenerlos en almacén cuesta más dinero que el beneficio que aportan a la empresa.

La denominación de estas tres clases es arbitraria, el porcentaje exacto de productos de cada clase varía de cada inventario, pero los factores de mayor importancia son los extremos: ya que solamente unos pocos son significativos y un elevado número son de relativa importancia [34].

Para obtener la clasificación ABC es necesario obtener el % consumo cumulativo para lo cual primero calculamos el valor del % de consumo mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ consumo} = \frac{\text{valorización del artículo}_i \times 100\%}{\text{valorización total de los artículos}} \quad (1)$$

Para calcular el % consumo cumulativo se lo hace mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ consumo cumulativo} = \% \text{ consumo cumulativo}_{i-1} + \text{consumo cumulativo} \quad (2)$$

### 1.3.4 Estudio de tiempos

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida que en este caso es la OIT [33].

#### 1.3.4.1 Criterios de la General Electric

Los expertos y especialistas en los estudios de tiempos y movimientos han visto la necesidad de determinar la cantidad de ciclos a ser estudiados, en efecto, una de las compañías más longevas en este tipo de investigaciones es la General Electric, misma que ha determinado una guía del número de ciclos que se deben observar [33].

**Tabla 1.** Número de ciclos de acuerdo con el criterio de la General Electric.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

#### 1.3.4.2 Factor de desempeño del trabajador según el método de Westinghouse

Este método se utiliza para relacionar y compensar los tiempos observados, con los tiempos reales de desempeño y busca nivelar todas las actividades que se ejecutan y el tiempo que toma cada una; la valoración es la medición de las actividades del operario en función de una actividad normal, es por esta razón que las bases de la valoración se determinan por los siguientes factores [33]:

- **Habilidad.** - Eficiencia de seguir un método dado sin ningún tipo de variación por parte del trabajador.
- **Esfuerzo.** - Se define como el anhelo de trabajo, está siempre bajo el control del operario, pero puede variar desde la ociosidad hasta el exceso.

- **Condiciones.** – Son aquellos factores ambientales que afectan al trabajador más que a la ejecución, como la luz, calor, ventilación, entre otros.
- **Consistencia.** – Valores de tiempo de constancia o inconstancia del trabajo

**Tabla 2.** Valorización del ritmo de trabajo según Westinghouse.

Valoración-Westinghouse					
HABILIDAD			ESFUERZO		
<b>A1</b>	Extrema	+0,15	<b>A1</b>	Excesivo	0,13
<b>A2</b>		+0,13	<b>A2</b>		0,12
<b>B1</b>	Excelente	+0,11	<b>B1</b>	Excelente	0,10
<b>B2</b>		+0,08	<b>B2</b>		0,08
<b>C1</b>	Buena	+0,06	<b>C1</b>	Bueno	0,05
<b>C2</b>		+0,03	<b>C2</b>		0,02
<b>D</b>	Regular	0,00	<b>D</b>	Regular	0,00
<b>E1</b>	Aceptable	-0,05	<b>E1</b>	Aceptable	-0,04
<b>E2</b>		-0,10	<b>E2</b>		-0,08
<b>F1</b>	Deficiente	-0,15	<b>F1</b>	Deficiente	-0,12
<b>F2</b>		-0,22	<b>F2</b>		-0,17
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
<b>A</b>	Ideales	0,06	<b>A</b>	Ideales	0,04
<b>B</b>	Excelente	0,04	<b>B</b>	Excelente	0,03
<b>C</b>	Buena	0,02	<b>C</b>	Buena	0,01
<b>D</b>	Regular	0,00	<b>D</b>	Regular	0,00
<b>E</b>	Aceptable	-0,03	<b>E</b>	Aceptable	-0,02
<b>F</b>	Deficiente	-0,07	<b>F</b>	Deficiente	-0,04

De acuerdo con las consideraciones de la tabla 2 se procede a realizar el cálculo mediante la ecuación 3 que se describe a continuación:

$$Fd = v + FH + FE + FC + FCon \quad (3)$$

**Donde:**

**Fd** = Factor de desempeño; **v** = Valoración del Ritmo tipo (100%).

**FH** = Factor de habilidad; **FE** = Factor de esfuerzo.

**FC** = Factor de condiciones; **FCon** = Factor de consistencia.

### 1.3.4.3 Cálculo de suplementos

En la tabla 3 se da a conocer los suplementos empleados en el presente estudio.

**Tabla 3.** Tabla de suplementos OIT.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombres	Mujeres			
<b>A. Suplementos por necesidades personales</b>	5	7			
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombres	Mujeres	Índice de enfriamiento	Hombre	Mujeres
<b>A. Suplementos por trabajar de pie</b>			6	21	21
Trabajo se realiza sentado	0	5	31	31	31
Trabajo se realiza de pie	2	4	45	45	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			2	100	100
Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración Intensa</b>		
incómoda(inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
<b>C. Uso de la fuerza/energía muscular</b>			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Levantar, tirar, empujar)			<b>G. Ruido</b>		
Peso levantado (Kg)			Continuo	0	0
2,5	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
5	1	2	Intermitente y muy fuerte	5	5
10	3	4	Estridente y fuerte		
25	13	20	<b>H. Tensión Mental</b>		
35,5	22		Proceso bastante complejo	1	1
<b>D. Mala Iluminación</b>			Proceso complejo o atención	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	<b>I. Monotonía</b>		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
<b>E. Condiciones Atmosféricas</b>			Trabajo bastante monótono	1	1
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo muy monótono	4	4
16	0	0	<b>J. Tedio</b>		
14	0	0	Trabajo largo aburrido	0	0
12	0	0	Trabajo bastante aburrido	2	1
10	3	3	Trabajo muy aburrido	5	2
8	10	10			

#### 1.3.4.4 Tiempo observado

Es el promedio de las mediciones de acuerdo con el número de ciclos cronometrados.

$$TO = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n \text{ ciclos}} \quad (4)$$

**Donde:**

**TO**= Tiempo observado; **T** = Tiempos medidos; **n ciclos** = número de ciclos

#### 1.3.4.5 Tiempo básico o normal

Hace referencia al tiempo que se demora procesar un componente de trabajo al ritmo tipo, como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$TN = TO \times Fd \quad (5)$$

**Donde:**

**TN** = Tiempo básico o normal; **TO** = Tiempo observado; **Fd** = Factor de desempeño.

#### 1.3.4.6 Tiempo de ciclo

Es aquel tiempo que tarda un elemento en ser procesado desde su inicio hasta su fin.

#### 1.3.4.7 Tiempo estándar

Es el tiempo total que se tarda en realizar una tarea al ritmo básico o tipo.

$$TS = TN * (1 + S) \quad (6)$$

**Dónde:**

$$Ts = \text{tiempo estándar} \left( \frac{\text{min}}{u} \right)$$

$$TN = \text{tiempo normal} \left( \frac{\text{min}}{u} \right)$$

**S** = suplementos

### 1.3.5 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing (LM) o manufactura esbelta o ágil es la denominación que recibe el sistema Just in Time en Occidente, también llamado Manufactura de Clase Mundial y Sistema de Producción Toyota, es una filosofía de trabajo que busca optimizar y mejorar los sistemas de producción, así mismo se constituye como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios o excesos, entendiéndose como desperdicio a toda aquella actividad que no agrega valor al producto, pero sí costo y trabajo, entre las cuales se puede citar: tiempos de flujo, exceso de inventario y cuellos de botella [32].

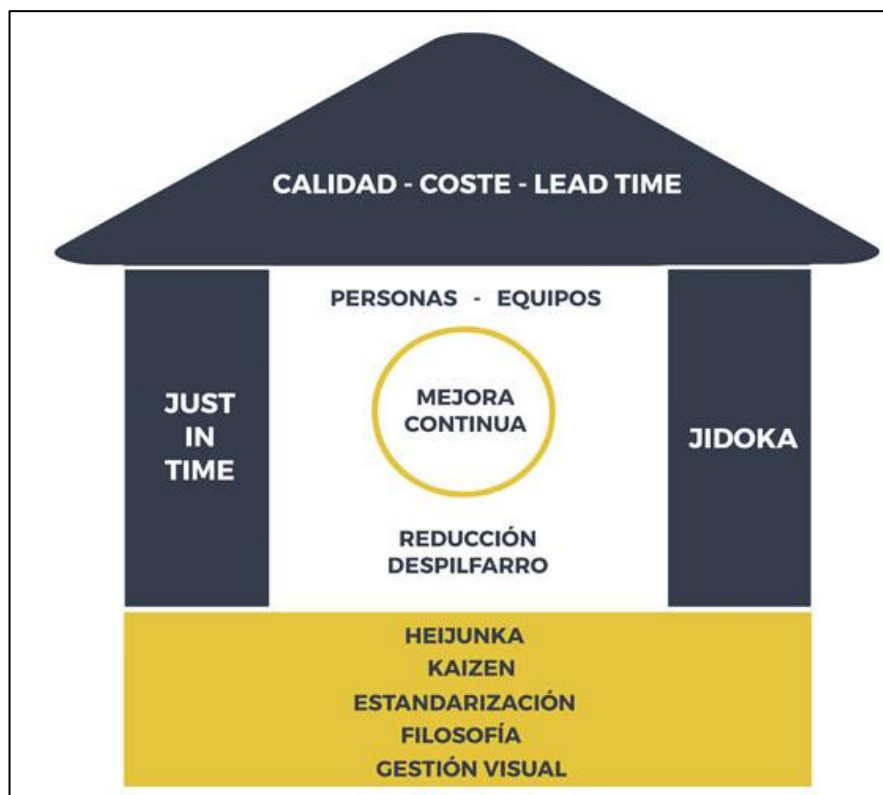
#### 1.3.5.1 Estructura

Lean Manufacturing supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos, debido a que no se puede identificar cuando una herramienta es o no perteneciente a la filosofía en mención, es así como se muestran algunas técnicas que permiten la mejora continua en las organizaciones y logran el acometido de mejorar la productividad y reducir desperdicios, como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas [33]

Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos	
5 S	orientación al cliente
TQC	control estadístico de procesos
círculos de control de calidad	Benchmarking
sistemas de sugerencias	análisis e ingeniería de valor
SMED	TOC (Teoría de Restricciones)
disciplina en el lugar de trabajo	coste basado en actividades
TPM	Seis Sigma
Kanban	mejoramiento de calidad
nivelación y equilibrio	sistema matricial de control interno
Just in Time	cuadro de mando integral
cero defectos	presupuesto base cero
actividades en grupos pequeños	organización de rápido aprendizaje
mejoramiento de la productividad	despliegue de la función de calidad
Jidoka	AMFE
técnicas de gestión de calidad	Ciclo de Deming
detección, prevención y eliminación de Desperdicios.	función de Pérdida de Taguchi

La presente filosofía y las técnicas disponibles se pueden comprender de mejor manera a partir de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” dado que esta representa en las columnas y los cimientos los esfuerzos necesarios para lograr alcanzar la calidad deseada, los mismos que deberán ser lo suficientemente fuertes que evite debilitar el sistema, de esta manera el techo representa las metas que se pretende alcanzar, que se pueden resumir en una mayor calidad, menores costes, menor plazo de entrega, mayor seguridad, y una motivación plena, lo que permitirá alcanzar este acometido serán sus columnas que se sustentan en el JIT y JIDOKA, consecuentemente, las columnas se sostienen de los cimientos que enfocan la estandarización y nivelación de la producción que trabajan conjuntamente con el factor humano y finalmente el punto de partida que se constituyen como bases del Lean Manufacturing son: herramientas de diagnóstico donde se contempla el VSM, operativas en donde se encuentran técnicas como 5S, SMED, TPM, y KANBAN, finalmente dentro de las herramientas de seguimiento se cita la gestión visual y el uso de KPI’s. En la figura 2, se presenta un esquema resumen de la adaptación de la Casa Toyota.



**Figura 2.** Adaptación actualizada de la Casa Toyota [33]



### **1.3.5.2 Herramientas de diagnóstico**

Son empleadas para realizar un análisis de la situación inicial del sitio o lugar de estudio, teniendo dentro de esta clasificación al VSM [33].

### **1.3.5.3 Herramientas operativas**

Permite realizar acciones dentro del proceso en estudio y ayuda a la disminución progresiva de los problemas encontrados en el análisis inicial, entre estas se tiene: 5's, SMED, TPM, KANBAN [33].

### **1.3.5.4 Herramientas de seguimiento**

Muy utilizadas para la determinación del cumplimiento y la mejora de la aplicación de las herramientas operativas, estas pueden ser: KPI's y Gestión visual [33].

### **1.3.5.5 Los 7 desperdicios clásicos de Lean Manufacturing**

Para comprender el concepto de desperdicio o muda, es necesario definir qué son las actividades que agregan valor (VA por sus siglas en ingles). Las VA son todas aquellas que producen un cambio directo que el cliente requiere, de tal manera que esté dispuesto a pagar por ese esfuerzo. Desperdicio o exceso, por el contrario, es cualquier esfuerzo adicional realizado en la empresa que no sea precisamente importante para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente. Estos esfuerzos aumentan los costos y disminuyen el nivel de servicio, con lo cual afectan los resultados obtenidos por la empresa [32].

Toyota clasifica los desperdicios o mudas en siete grandes grupos:

**1. Sobreproducción:** Se considera el desperdicio de mayor afección dentro del proceso productivo dado que la presencia de este involucra los otros 6 desperdicios o repercute directa o indirectamente sobre ellos, y hace referencia al exceso de producción en cantidades superiores a las requeridas por la demanda de clientes tanto externos como internos. También involucra el producir más rápido de lo requerido y manufacturar productos antes de que se los necesite [32].

## **Características de la sobreproducción**

- Inventario acumulado.
- Exceso de equipo de gran capacidad.
- Flujo desequilibrado de material.
- Espacio excesivo de almacenamiento.
- Mano de obra innecesaria.
- Administración compleja de inventarios.
- Demasiada capacidad instalada.
- Lotes de fabricación de un tamaño excesivo y fabricación anticipada.

## **Causas de la sobreproducción:**

Las principales causas de este desperdicio son:

- Producir “por si acaso” (just in case).
- Mala comunicación entre departamentos.
- Automatización de operaciones que no lo requieren.
- Cambios y reajustes muy lentos.
- Ineficiente mantenimiento productivo.
- Falta de consistencia en la programación de la producción.
- Enfoque en las expectativas optimistas de los pronósticos de venta.

**2. Sobreinventario:** Es cualquier material, producto en proceso o productos terminados que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente. En general, los inventarios se generan para evitar: pronósticos erróneos sobre la demanda esperada, desequilibrio en la producción, desconocimiento de la capacidad real de producción, productos defectuosos que hay que sustituir mediante un aumento en la producción y tiempos muy altos para cambio de producto [32].

## **Características del sobreinventario:**

- Áreas de almacenamiento de producto grandes (materias primas, materiales, producto en proceso y producto terminado).
- Cantidades voluminosas de producto a la espera de ser procesado.

- Necesidad de recursos extra para la gestión de los materiales (personal, equipos, perchas, almacenes, espacios, sistemas).
- Baja rotación de inventarios.

### **Causas de los sobreinventarios**

- Escaso conocimiento de la velocidad con la que se presenta la demanda real.
- Procesos inadecuados para satisfacer los requerimientos y especificaciones de los clientes.
- Cuellos de botella sin control.
- Capacidad insuficiente de las empresas proveedoras.
- Programación excesiva de tiempo extra.
- No se logra la optimización del trabajo de las personas y de los centros de trabajo y malas decisiones administrativas.

**3. Productos defectuosos:** Material que sufre un reproceso, reparación o un mal estado o fallos en el mismo material. Se asocia a la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, dada la inversión de materiales, tiempo de la máquina y tiempo de una persona para realizar un trabajo que no agregar valor al cliente. También se consideran las repeticiones de tareas, ya que, si bien el defecto puede ser corregido, la repetición implica realizar una o más tareas dos o más veces, incurriendo así en más gastos y en la pérdida de disponibilidad de los recursos de la empresa. Los efectos que provocan los defectos son: exceso de personal dedicado a inspeccionar, inventario acumulado específicamente para ser retrabajado, errores en los embarques y en las entregas, los desechos y los costos por primas de fletes urgentes y devoluciones [32].

### **Causas de los defectos y repetición de tareas**

- Procesos ineficientes
- Variación excesiva en el proceso de producción
- Incapacidad de las empresas proveedoras
- Falta de control del proceso y errores del personal
- Capacitación inadecua

- Equipo y herramientas inadecuados
- Distribución inadecuada de la planta o manejo excesivo de los materiales
- Altos niveles de inventario
- Malas condiciones ambientales
- Falta de liderazgo y cultura de calidad
- Desconocimiento de las causas de los problemas.

**4. Transporte de materiales:** Son todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción. Mover los productos de un lado a otro de la planta no se traduce en un cambio significativo para el cliente, pero sí implica un costo, e incluso pone en riesgo la integridad del producto. Esta muda se refiere al transporte dentro de las instalaciones de la empresa, y no a la entrega del producto a los clientes o centros de distribución [32].

#### **Características del transporte**

- Exceso de equipo para transportar materiales en carretillas o montacargas
- Demasiados sitios de almacenamiento
- Exceso de estantes para materiales
- Deficiente administración de los inventarios
- Inadecuado diseño y aprovechamiento de las instalaciones
- Deficiente control de los inventarios
- Distancias largas entre procesos y almacenes.

#### **Causas de la muda por transporte**

- Fabricación de lotes de producción muy grandes
- Programas de producción inconsistentes y con muchos cambios
- Falta de programas de producción
- Falta de organización en el lugar de trabajo
- Distribución inadecuada de las instalaciones
- Adquisición de máquinas más eficientes de lo necesario
- Inventario excesivo de productos en proceso
- Inversión en horas extras de producción sin contar con un programa definido.

**5. Procesos innecesarios:** Hace referencia al aumento de trabajo dentro del producto. Si bien dentro de la empresa se pueden encontrar siempre muchos procesos bien estandarizados, estos no siempre agregan directamente valor para el cliente. Muchos de los trabajos son consecuencia de las necesidades del taller (como el cambio de un troquel de una prensa), de la calidad de la manufactura (como la inspección de un artículo antes de enviarlo a la siguiente estación) o de la mala planificación de las entregas (como desembalar la materia prima antes de iniciar la producción). La gestión adecuada de este tipo de desperdicio incluye su eliminación total, su combinación con otro proceso que, si agregue valor, su reducción o incluso su simplificación. Los ingenieros de planta se refieren a este proceso como ECRS (eliminación, combinación, reducción, simplificación) [32].

#### **Características de los procesos innecesarios**

- Presencia de cuellos de botella en el proceso
- Exceso de inspecciones o verificaciones
- Falta de equipos con dispositivos a prueba de errores
- Información excesiva (en el proceso se cuenta con muchos documentos que no se utilizan).

#### **Causas de los procesos innecesarios**

- Mala comprensión de los procesos.
- Tecnología nueva mal utilizada.
- Políticas y procedimientos inadecuados.
- Falta de información de los requerimientos del cliente, así como de sus especificaciones.
- No se cuenta con una definición del proceso productivo, ni del flujo del proceso.

**6. Espera:** Se refiere al tiempo que se pierde cuando un operador espera a que la máquina termine el trabajo, cuando los equipos se detienen para esperar que el operador haga algún ajuste, o cuando tanto el operador como la maquinaria están a la espera de materiales, herramientas o instrucciones, implicando un consumo de tiempo que no agrega valor, y es el desperdicio más común en la industria [32].

### **Características de la espera**

- El operador espera a que la máquina termine su ciclo de procesamiento
- La máquina espera a que la persona termine su ciclo
- Los tiempos necesarios para el cambio de un producto o para la preparación de una máquina obligan a esperar a las personas
- Una persona espera a otra para poder empezar o terminar su trabajo, paros inesperados de equipo.

### **Causas de la espera**

- Mala programación de la producción
- Poco control de la producción
- Desequilibrio de las operaciones
- Falta de programación de los cambios de producto
- Programación inadecuada de tiempos extras
- Falta de capacitación de los operadores

**7. Movimientos innecesarios del trabajador:** Esta muda se refiere al traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, sin que ello sea indispensable para aportar valor al producto ni contribuya a la transformación o beneficio del cliente. Al observar cada ciclo de un trabajador, se encontrará fácilmente este tipo de desperdicio: si contamos los pasos o seguimos las rutas se descubre que muchas veces la persona camina más de lo necesario. Otro ejemplo muy común de este desperdicio son las búsquedas de herramientas, materiales o información. Todos esos movimientos, además de los indispensables para el cliente, hacen perder tiempo y, por ende, reducen la productividad de los procesos [32].

### **Características de los movimientos innecesarios del trabajador**

- Empleo de tiempo excesivo en la localización de materiales, personas e instrucciones
- Se emplea mucho tiempo en localizar herramientas
- Movimientos innecesarios al agacharse o caminar
- Esfuerzos para alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.

## Causas de los movimientos innecesarios del trabajador

- Distribución inadecuada de la planta
- Mala organización del área de trabajo
- Métodos de trabajo mal definidos o sin actualizar
- Lotes de producción grandes
- Poco control de la producción.

### 1.3.6 Técnicas Lean Manufacturing

#### 1.3.6.1 Herramientas de diagnóstico

##### VSM

El VSM (Value Stream Mapping) o mapeo de la cadena de valor, es un diagrama que representa a través de una serie de símbolos todas las actividades en una jornada normal de trabajo, y permite idealizar todo un proceso de fabricación de un producto desde la recepción de materia prima, pasando por el proceso de producción, almacenaje y disposición final del producto terminado, lo cual facilita un diagnóstico inicial, y también una propuesta futura, separando las actividades que agregan valor y determinando todo aquello que no agregan valor, siendo este último el principal objetivo como se muestra en la figura 3 [33].

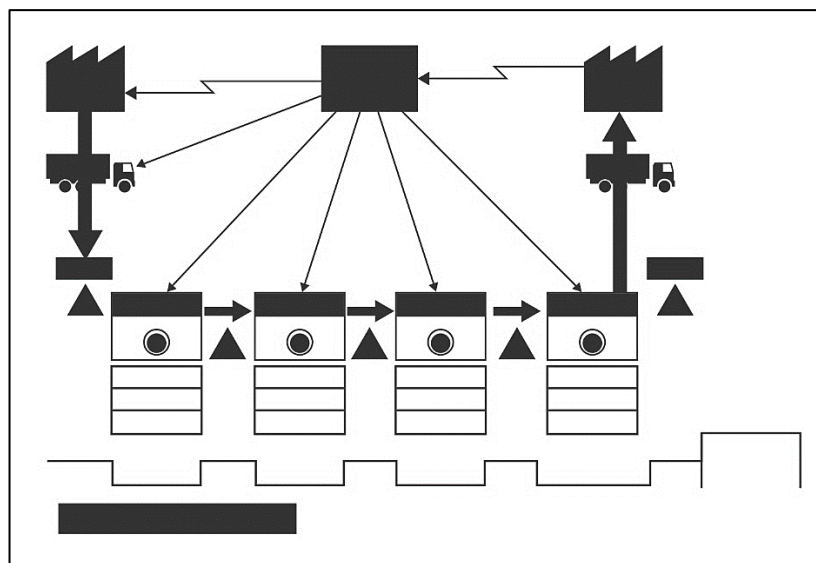


Figura 3. Esquema del VSM

## Diagrama Ishikawa

También conocido como diagrama causa-efecto, es una herramienta en forma de espina de pescado en el cual se da una visión general de las causas que generan un problema de calidad en una organización, y brinda una solución al representar de forma gráfica todos los factores que el problema involucra, el cual se escribe en la cabeza y las causas que por lo general son 5 aunque suelen considerarse en ocasiones 6 M's se distribuyen a lo largo de la espina como lo presenta la figura 4 [33].

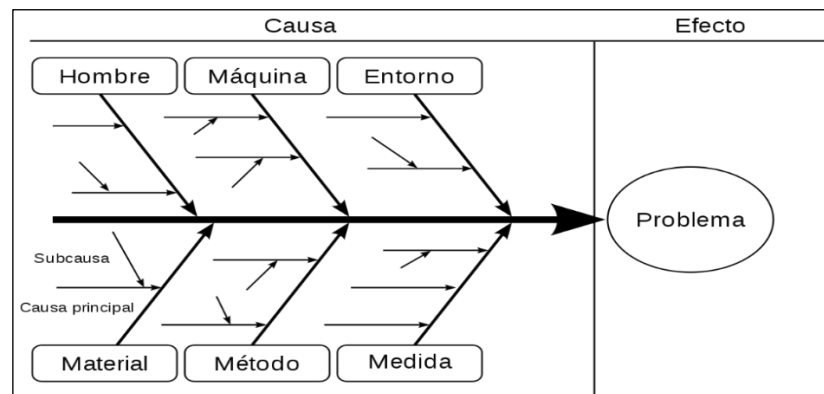


Figura 4. Diagrama Ishikawa [33]

## Diagrama de Pareto

Es una gráfica de barras que posee valores organizados de mayor a menor. Este diagrama permite identificar el impacto que se producen con más frecuencia en un proceso, ayudándose de la regla 80-20 (muchos triviales, pocos vitales), es decir, que el 80% de resultados totales se originan en el 20% de elementos, como se muestra en la figura 5 [33].

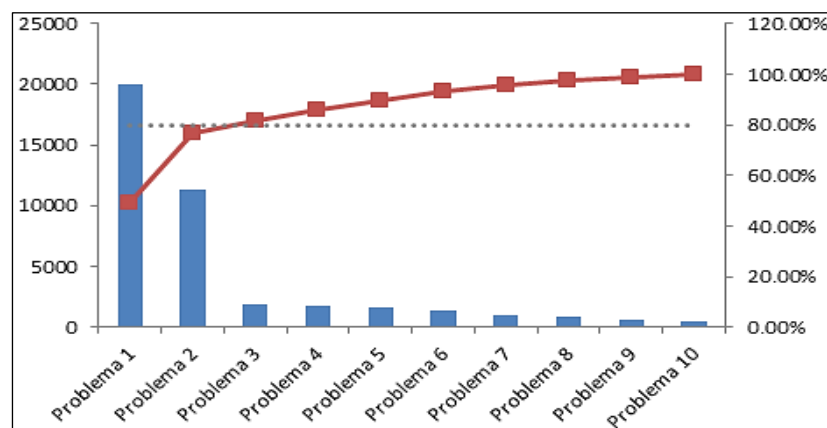


Figura 5. Diagrama de Pareto [33]



### **1.3.6.2 Herramientas operativas**

#### **Las 5S**

Método desarrollado en Japón que busca la mejora de las condiciones de trabajo mediante el orden, la organización, y la limpieza. El acrónimo se alude a las iniciales de las cinco palabras en japonés que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de esta:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general. Número de averías más frecuentes de lo normal.

#### **Mantenimiento productivo total (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías y reducir tiempos de parada de las máquinas a través de la participación y motivación de todos los empleados. Se fundamenta en que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Promueve la concienciación sobre el equipo y el automantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente [33].

#### **Kanban**

Kanban es una palabra japonesa que se traduce como tarjetas y consiste en un sistema de control y programación sincronizada de la producción, aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la

utilización de tarjetas. Es una herramienta que permite aumentar la calidad y tener la producción justa en el momento adecuado [33].

### 1.3.6.3 Herramientas de seguimiento

#### Mediciones importantes:

#### OEE (Overall Equipment Effectiveness)

El OEE es un indicador clave que mide la eficiencia global de los equipos, considerando la capacidad de producción de un equipo con la cantidad efectivamente producida, considerando tiempos de parada, defectos en proceso, interrupciones, etc. En la ecuación 7 se da a conocer la formulación del presente indicador [33]:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (7)$$

#### Donde:

- **Disponibilidad:** Cantidad de tiempo que un equipo funcionó en comparación con el periodo en que estuvo disponible para funcionar, es decir, parado:

$$\%Disponibilidad = \left( \frac{Tiempo \text{ en producción}}{Tiempo \text{ programado para producir}} \right) \times 100 \% \quad (8)$$

- **Rendimiento:** Evalúa el ritmo de producción y levanta datos sobre la velocidad de producción de un determinado artículo al realizar una comparación con el nivel de agilidad esperado y se calcula como sigue:

$$\%Rendimiento = \left( \frac{Cantidad \text{ de producción real}}{Cantidad \text{ de producción teórica}} \right) \times 100\% \quad (9)$$

- **Calidad:** Índice utilizado para medir los productos y las piezas defectuosas que no pueden entregarse al cliente [33]. Por lo tanto, es esencial mantener el control y supervisar constantemente la producción en serie. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%Calidad = \frac{Cantidad \text{ de productos buenos}}{Cantidad \text{ total producida}} \times 100\% \quad (10)$$

**Tabla 5.** Rangos de competitividad del OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	<b>Inaceptable</b>	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	<b>Regular</b>	Pérdidas económicas. Aceptable solo si están en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	<b>Aceptable</b>	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	<b>Buena</b>	Buena competitividad.
OEE > 95%	<b>Excelente</b>	Competitividad excelente.

En la tabla 5 se presentan los rangos de competitividad del OEE que permitirá conocer el calificativo que presenta la organización actualmente y también el futuro de acuerdo con los planes de acción que permitan una mejora dentro del sistema productivo.

### Takt Time

Es el tiempo que marca el ritmo de producción para poder cumplir con la demanda del cliente y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TT = \frac{\textit{Tiempo Disponible}}{\textit{Demanda}} \quad (11)$$

### Lead Time

El Lead Time o tiempo de ciclo de entrega o de suministro, hace referencia al tiempo que transcurre desde que se genera la orden de pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercancía de ese proveedor al cliente (puede ser un particular o una tienda). El manejo de este concepto es fundamental para la organización de todos los procesos a lo largo de toda la cadena de suministro [33].

$$\textit{Lead Time} = \textit{Fecha de entrega} - \textit{Fecha de pedido} \quad (12)$$

## 1.3.7 Fases de implantación del sistema Lean Manufacturing

### Fase 1: Diagnóstico y Formación

Como su nombre lo indica, en esta fase se conoce el estado actual del sistema de fabricación y se capacita en temas relacionados a Lean Manufacturing [34].

**Formación en conceptos Lean Manufacturing.** - Se capacita al personal que ha de participar en el lanzamiento de la implementación Lean.

**Recogida y análisis de datos.** – Se deberá conocer en primer lugar el ritmo de producción, componentes, y cantidades de insumos para la elaboración del producto, y también será indispensable conocer información de las operaciones, capacidad, equipos, tiempos, etc., de esta manera, el éxito de la implementación se debe en mayor parte a la fiabilidad de los datos de partida.

**Trazado del VSM actual.** – Funciona como punto de partida y actúa como fuente de información global, en este diagrama se colocará toda la información recopilada en el paso anterior, apoyándose de una variedad de símbolos propios de esta herramienta.

**Trazado del VSM futuro.** – En base al VSM actual, se identificará algunas acciones de mejora a lo largo de la cadena de valor y se las plasmará en un VSM futuro que será un estado ideal para un mejor flujo de operaciones.

## **Fase 2: Diseño del plan de mejora**

Es necesario proponer la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en base a la realidad de la empresa y definir objetivos a corto, medio y largo plazo [34].

## **Fase 3: Lanzamiento**

Para esta fase se dará comienzo aplicando las herramientas operativas de la casa del sistema de producción Toyota que son: 5S, SMED y técnicas del Jidoka como mecanismos anti-error, sin embargo, se considera que previamente se realice un rediseño de la disposición de equipos y materiales en planta sobre todo en sistemas productivos tradicionales que resultan ineficientes [34].

## **Fase 4: Estabilización de mejoras**

Los objetivos de esta etapa son:

- Reducir desperdicios en actividades referentes a mantenimiento y calidad.
- Estabilizar el proceso de producción para aumentar el nivel de confianza con respecto a tiempos de preparación, efectividad global del equipo y niveles de calidad.
- Reducir los lotes de producción al mínimo posible, determinado por el punto de equilibrio de producción.

Para ello se pueden desplegar acciones TPM y todas aquellas técnicas de calidad disponibles, según se vayan logrando las mejoras y haciendo más confiable y estable el proceso, se conseguirán menores tamaños de lote, mayor flexibilidad y un aumento de la calidad [34].

En esta fase se pueden organizar realizar talleres Kaizen relacionados con metodologías de mejora como mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, calidad en la fuente o control estadístico de proceso.

### **Fase 5: Estandarización**

Los objetivos de esta etapa son:

- Optimizar métodos de trabajo.
- Diseñar métodos de trabajo capaces de adaptarse a las variaciones de la demanda.
- Adaptar el ritmo de producción a la demanda del cliente.
- Adaptar la mano de obra y capacidad a la demanda requerida.

En esta etapa, los métodos bajo los cuales se han logrado lotes pequeños deben ser estandarizados y diseñados para ajustarse a las variaciones de demanda que genere el cliente. Elementos como el tiempo de ciclo demandado (Takt Time), shojinka y trabajo estandarizado deben utilizarse en esta etapa [34].

### **Fase 6: Producción en Flujo**

Una vez recorridas las fases anteriores es posible plantearse los principios más ambiciosos JIT relacionados con la fabricación en flujo y justo a tiempo, produciendo en la cantidad, tiempo y lugar requeridos con niveles de desperdicio tendentes a cero [34]. En este nuevo escenario los objetivos que se persiguen deben ser:

- Mantener la estabilidad y la flexibilidad logradas en las etapas anteriores.
- Garantizar al cliente expediciones con tiempos de entrega reducidos y a tiempo.
- Reducción drástica del inventario en proceso.
- Mejorar el sistema de gestión, control y logística de materiales en toda la planta.

- Introducir las técnicas más avanzadas Lean Manufacturing relacionadas con la producción mezclada, equilibrado y sincronización de la producción.

Estos objetivos pueden alcanzarse creando y controlando el flujo de producción con elementos como Kanban, Heijunka y sistemas avanzados de logística Lean Manufacturing de materiales.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Analizar los niveles de desperdicio desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa RENOVA.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación inicial del área operativa de la empresa a través de un VSM actual.
- Cuantificar los desperdicios con mayor afectación en el proceso de producción para la generación de acciones de mejora.
- Plantear una propuesta de aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para la mejora del proceso de producción y reducción de los niveles de desperdicio en la empresa RENOVA.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA






#### 2.1 Materiales

Para la presente investigación se empleó los siguientes recursos materiales:

**Tabla 6.** Materiales empleados en el proyecto de investigación

Materiales	Descripción	Ilustración
<b>Recursos físicos</b>		
<b>Computador</b>	Aparato tecnológico para la transcripción de datos, redacciones generales y visualización de información.	
<b>Cronómetro calibrado</b>	Instrumento empleado en la medición y toma de tiempos dentro del proceso productivo de la empresa RENOVA.	
<b>Flexómetro calibrado</b>	Instrumento usado para la medición de las distancias recorridas por los operarios del área productiva de la empresa RENOVA.	
<b>Teléfono móvil</b>	Artefacto tecnológico útil usado para el registro de evidencias fotográficas, videos, y grabación de la entrevista inicial dirigida al jefe de producción de la empresa.	
<b>Softwares y recursos web</b>		
<b>Word</b>	Para la elaboración del informe, asistente de texto y procesamiento de este.	
<b>Excel</b>	Utilizado para realizar cálculos y procesamiento de datos, permite tabular y graficar la información de carácter cuantitativo.	
<b>Visio</b>	Empleado para la elaboración de flujogramas y VSM en la presente investigación.	

**Tabla 6.** Materiales empleados en el proyecto de investigación (continuación 1).

Materiales	Descripción	Ilustración
<b>Softwares y recursos web</b>		
<b>AutoCAD</b>	Software empleado para el diseño del layout de la empresa.	
<b>Minitab</b>	Se empleó este software para la ejecución de funciones estadísticas que permitieron obtener las distintas gráficas del análisis cuantitativo de los desperdicios identificados.	
<b>Navegador</b>	Buscador de internet que solventa dudas de cualquier tipo sobre el estudio.	
<b>Biblioteca Virtual UTA</b>	Para buscar información bibliográfica fiable y comprobada por expertos sobre el tema.	
<b>Repositorios Universitarios</b>	Utilizados para la búsqueda y obtención de información adicional en distintas bases de datos de utilidad para el desarrollo de la investigación.	

## 2.2. Métodos

### 2.2.1 Modalidad de investigación

#### 2.2.1.1 Investigación bibliográfica documental

Se hizo uso de este tipo de investigación, debido a la indagación de información en libros, revistas, trabajos de pregrado y posgrado, fuentes de internet; correspondiente a temas de Lean Manufacturing que fueron la base a partir de la cual se desarrolló el presente proyecto para lo cual también se hizo uso de la metodología PRISMA.

#### Metodología PRISMA

#### Preguntas de investigación

Se estableció el número de tres preguntas de investigación. Estas preguntas cumplieron el propósito de abordar el tema del uso de la metodología Lean Manufacturing en la Industria específicamente del sector textil.



Para este análisis se consideraron tres puntos de vista (PV):

- **(PV1)** Desperdicios Lean Manufacturing en la Industria Textil.
- **(PV2)** Herramientas Lean Manufacturing que han permitido la mejora de los sistemas productivos dentro del sector textil.
- **(PV3)** Beneficios obtenidos en base a la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.

**Tabla 7.** Preguntas de investigación de la metodología PRISMA.

Número	Pregunta de Investigación (P1)	Motivación
P1	¿Cuáles son los desperdicios más comunes que se han identificado en la industria textil?	Identificar los diferentes desperdicios que se pueden encontrar en la industria textil
P2	¿Qué herramientas de la metodología Lean Manufacturing se han aplicado en la industria textil para la mejora de los sistemas productivos?	Conocer las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas a la industria textil.
P3	¿Cuáles son los beneficios que ha alcanzado la Industria Textil mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing?	Identificar los beneficios que alcanzan las empresas tras la implementación de herramientas Lean Manufacturing.

### Búsqueda de documentos

- Se realizó una búsqueda bibliográfica que comprende de 2018 a 2023. Se ha seleccionado este intervalo de tiempo, debido que el conocimiento se actualiza constantemente y cada vez surgen nuevas herramientas y técnicas para la mejora de los procesos productivos, se consideró que cinco años es un tiempo idóneo para conocer los estudios e investigaciones más recientes de esta filosofía de trabajo, su campo de aplicación y beneficios alcanzados, específicamente dentro del sector textil.
- Se utilizaron términos específicos de acuerdo con los tres puntos de vista descritas en la sección anterior. Para PV1 (("waste" O "mude" Y ("lean" O "slender") Y ("textile industry")), para PV2 (("lean manufacturing" O "slender production" Y ("techniques" O " tools") Y ("textile industry")). Finalmente, para PV3 (("benefits" Y ("lean manufacturing" O "slender production" Y ("textile industry)) . Con base en títulos y resúmenes. Se realiza la búsqueda con palabras

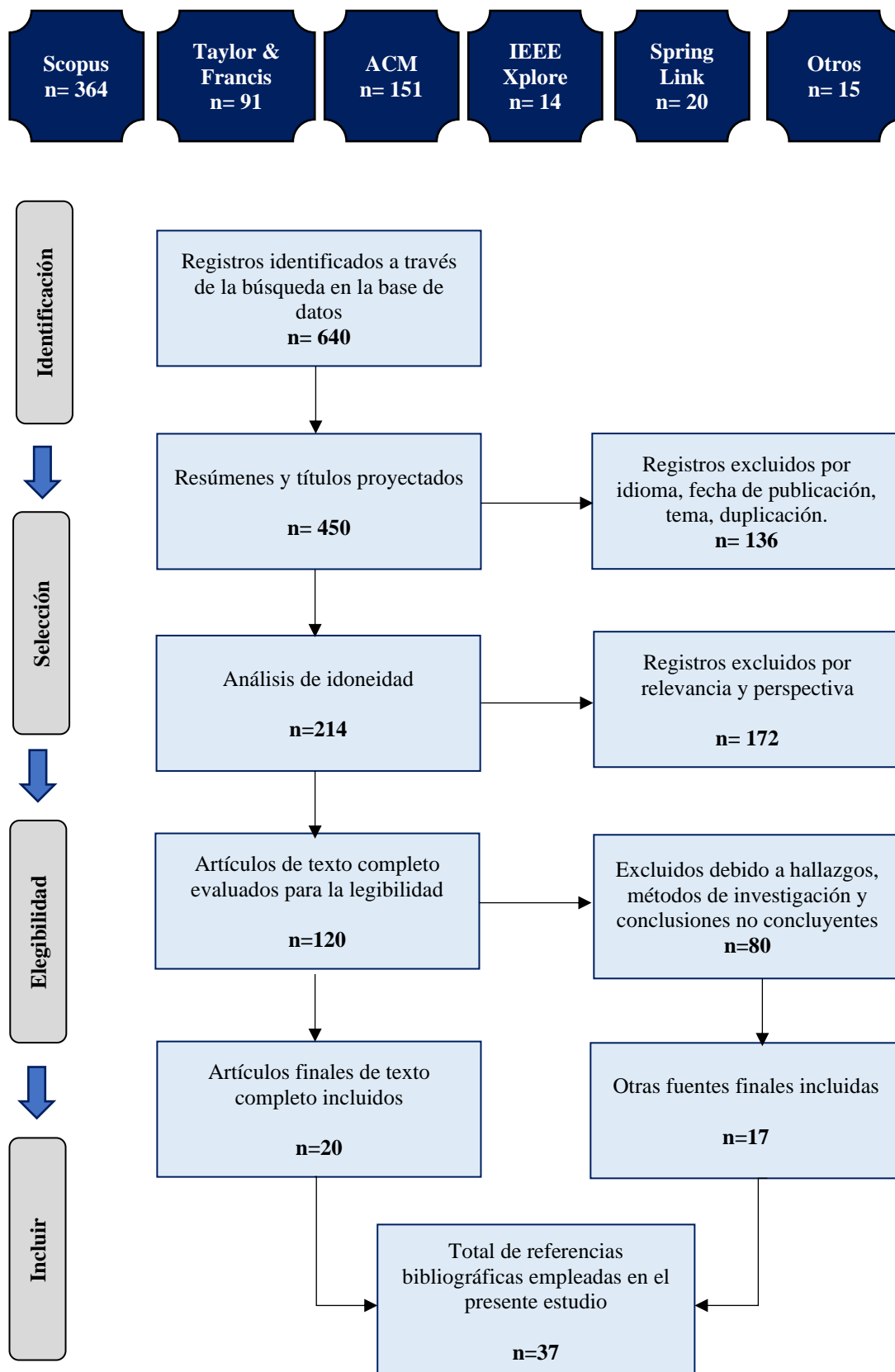
en inglés dado que la mayor parte de artículos científicos que se presentan en las diferentes bases de datos se las encuentran en el idioma en mención.

### Selección de artículos

- Esta sección se dividió en tres fases. En la primera, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, en donde se consideró varios aspectos, como el lenguaje de los trabajos, la fecha de publicación, el tema, entre otros. En la segunda fase, los documentos se ordenaron por relevancia, perspectiva, título, resumen y palabras clave. Permitted una revisión más rápida y eficiente de cada artículo. En la tercera etapa, se revisó si la información que se muestra en la sección de introducción y conclusiones proporcionó la evidencia necesaria para responder las preguntas de investigación.

**Tabla 8.** Criterios de inclusión y exclusión de la metodología PRISMA

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos relacionados a la aplicación de la metodología Lean Manufacturing en la Industria Textil.	Artículos duplicados de las diferentes bases de datos.
C2	Artículos publicados que comprendan el intervalo del 2018 al 2023.	Artículos no relacionados con la metodología Lean Manufacturing en la industria textil.
C3	Artículos escritos en inglés	Tesis.



**Figura 6.** Resumen de los documentos obtenidos en cada fase de la metodología PRISMA

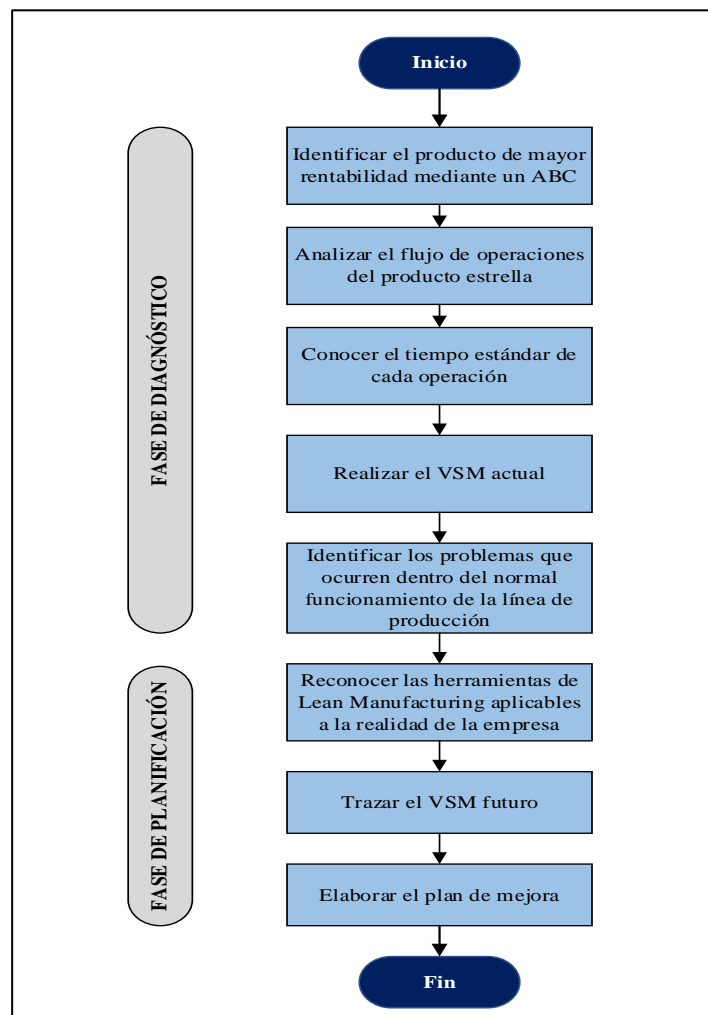
El resumen de los documentos obtenidos en cada fase empleados en los antecedentes investigativos de acuerdo con la metodología PRISMA se presenta en el anexo 5.

### 2.2.1.2 Investigación de campo

Se consideró una investigación de campo debido a que se realizaron visitas a las instalaciones de la empresa RENOVA, con el fin de mantener contacto directo con el ambiente de trabajo, sus procesos, trabajadores y se recopilaron datos mediante fichas de observación y evidencias fotográficas.

### 2.2.1.3 Investigación aplicada

Fue una investigación aplicada dado que se utilizaron de todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, así como el uso de técnicas y herramientas que permitieron una posible mejora en la productividad de la empresa y brindó una solución a la problemática actual de la organización como se muestra en la figura 6.




**Figura 6.** Fases para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en la empresa RENOVA.

### 2.2.2 Población y muestra

Para el presente proyecto se consideró a todos los trabajadores que conforman el área operativa en donde se desarrollan los procesos de producción de la empresa RENOVA, dado que en la actualidad en este departamento laboran tan solo 17 trabajadores, y al ser un número menor a 100 no fue necesario obtener una muestra:

**Tabla 9.** Población de estudio de la empresa RENOVA en el área operativa.

Personal del área operativa de la empresa RENOVA					
Área	Cargo	Cantidad	Codificación	Género	
Operativa	Jefe de producción	1	JPD	Masculino	
	Operador de trazo	1	OTZ	Femenino	
	Operador de corte	1	OCE	Masculino	
	Operador de insumos	1	OIN	Masculino	
	Operador de confección		7	OCN01	Femenino
				OCN02	Femenino
				OCN03	Femenino
				OCN04	Femenino
				OCN05	Femenino
				OCN06	Femenino
				OCN07	Femenino
	Operador de atraque y pulido		3	OAP01	Femenino
				OAP02	Femenino
OAP03				Masculino	
Operador de calidad	1	OCC	Femenino		
Operador de empaque	1	OEM	Masculino		
Operador de producto terminado	1	OPT	Femenino		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>				

### 2.2.3 Recolección de información

- **Observación Directa:** Se realizaron visitas frecuentes a la planta de producción de la empresa en donde se recopiló la información necesaria, a través de fichas de observación, y hojas de registro que permitieron conocer todos los desperdicios existentes en la planta, y se pudo analizar la secuencia de operaciones que se siguen para la obtención del producto que genera la mayor rentabilidad a la empresa, mediante el contacto directo con el ambiente de trabajo en donde se vieron involucrados personal operativo de todas las áreas: trazo, corte, abastecimiento de insumos, confección, atraque, control de calidad, empaque y despachos, de donde se obtuvo una guía sobre cada una de sus operaciones que manejan dentro de la empresa con lo cual se elaboró el levantamiento de procesos, también se registraron los diferentes tiempos de operación para la elaboración del VSM actual que fue el punto de partida para el desarrollo del presente proyecto, que permitió realizar un análisis posterior de la situación actual de la línea de producción, determinando así, las herramientas de Lean Manufacturing aplicables a la realidad de la empresa.
- **Entrevista no estructurada:** Para aplicar esta técnica se utilizó un cuestionario de preguntas abiertas dirigidas hacia el jefe de producción de la empresa RENOVA que permitió tener un primer enfoque de la realidad actual de la organización en cuanto a la manera en cómo se llevan a cabo las operaciones dentro de la planta de producción.
- **Medición:** Para la obtención de datos numéricos como es el tiempo de ciclo de cada operación se realizaron mediciones de cada actividad que forma parte del ensamble del producto final empleando el método vuelta a cero, haciendo uso de un cronómetro calibrado, para posteriormente anotar los datos en hojas con un formato adecuado para el registro de los tiempos, lo que permitió tener información cuantitativa para realizar el diseño del VSM actual. Para la cuantificación de los desperdicios identificados de igual manera se elaboraron diferentes formatos de hojas de observación acorde a cada muda, que permitieron llevar un adecuado registro de los datos.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,**  
**ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec



### Entrevista

<b>Entrevistador</b>	Investigador.
<b>Persona entrevistada</b>	Ing. Marcelo Pazmiño (jefe de producción).
<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo
<b>Fecha de la entrevista</b>	8 de junio del 2022.

**Objetivo:** Conocer el estado actual del área operativa de la empresa RENOVA e identificar la principal problemática a la cual se enfrentan mediante la percepción del jefe de producción.

#### 1.\_ ¿Cómo se maneja la planificación de la producción?

Se la maneja considerando diferentes aspectos, lo primero es verificar el stock que tenemos en bodega de producto terminado, se consideran las ventas, los pedidos y las cantidades mínimas y máximas que se deben tener por referencia en bodega.

#### 2.\_ ¿Cuáles son los procesos que se dan para la obtención del producto final?

En primer lugar, el departamento de Planificación envía las directrices tanto a diseño como a producción en base a las ventas y pedidos de los clientes de acuerdo al mercado que se tiene, de esta manera el proceso productivo empieza desde el abastecimiento de materia prima e insumos, seguido de ello, el departamento de diseño se encarga de gestionar y crear las órdenes de producción, lo cual da la pauta para poder confeccionar , luego de que el producto se ha confeccionado ingresa al área de producto terminado dentro de la cual se realiza el control de calidad y empaque, para finalmente ingresar a bodega de producto terminado y despachar hacia el cliente final.

#### 3.\_ ¿Cómo se lleva a cabo el control de calidad?

Nuestro control de calidad es totalmente visual, por el momento no contamos con los equipos necesarios para medir elasticidad, y demás características propias de este

tipo de prendas, y esto se lo hace antes de empacarse para asegurar que cumpla con las características técnicas.

#### **4.\_ ¿Cuántas líneas de producción tiene la planta?**

Una sola línea de producción distribuida en dos módulos de manufactura.

#### **5.\_ ¿Han realizado un estudio de tiempos y movimientos en sus operaciones?**

Efectivamente, si se realizó un estudio de tiempos, aplicado únicamente al área de confección, con la finalidad de hacer un balance de líneas y reestructurar los puestos de trabajo porque antes no se trabajaba de forma secuencial, se lo hacía por armado de piezas y se acumulaba inventario en cada cubículo de trabajo, lo que ocasionaba un excesivo trabajo en proceso por lo que al final de día no entraba ninguna prenda a pulido ni a control de calidad y así se mantenía en stock el producto 2 o 3 días de esta manera se pudo reducir el tiempo de ciclo en algunas referencias en otras aumentó debido a que se añadieron nuevos procesos, pero en general, si hubo mejoras.

#### **6.\_ ¿Qué tipo de sistema de producción tiene la empresa?, y ¿qué tipo de distribución manejan, enfocada al proceso o al producto?**

Manejamos dos tipos de producción: por lotes y bajo pedido, es decir, cuando nos llegan pedidos externos, paramos la producción por lote que llevamos normalmente y damos prioridad a los “pedidos especiales” como se los conoce dentro de la organización, debido a que existen prendas que se descontinúan y no ingresan dentro de planificación, sin embargo, algunos clientes nos solicitan y son clientes que nos representan, entonces en esos casos producimos bajo pedido y la distribución que tenemos es enfocada al producto.

#### **7.\_ ¿Cuál es el cuello de botella?**

El cuello de botella que tenemos actualmente es en la parte de cierres, nosotros tenemos un tiempo aproximado de tres minutos en pegar un cierre, las otras operaciones están en un promedio de 40 a 45 segundos.



**8.\_ ¿Cumplen puntualmente con las entregas? y ¿cuál es el tiempo de entrega desde que ingresa un pedido hasta que le cliente lo recibe?**

Las entregas si se las cumple en el tiempo establecido en cuestiones de pedido y de producción. En cuanto al tiempo de entrega, este depende de la referencia y la cantidad solicitada, para lo cual primero se verifica la disponibilidad de materia prima e insumos, ya que son pedidos netamente especiales, y el tiempo en que damos atención al pedido desde que este ingresa hasta que el cliente lo recibe es por lo general de 15 días.

**9.\_ ¿Qué mejoras se han implementado durante todos los años que opera la planta?**

Las mejoras que se han implementado en mi gestión han sido estudio de tiempos, balanceo de líneas, restructuración de los puestos de trabajo, paquetero de cortes que significa que después de un número determinado de capas de las telas se hace una separación para que no sean cortes excesivamente grandes y evitar pérdidas de piezas y la desorganización

**10.\_ ¿Capacita a los empleados?**

Si se ha capacitado al personal en tema de operaciones, de hilos, de agujas y de ahí netamente han sido capacitaciones de recursos humanos.

**11.\_ ¿La empresa maneja KPI's?**

La empresa no maneja ese tipo de indicadores por el momento.

**12.\_ ¿Qué problema/s considera que tiene la planta de producción en la actualidad?**

El problema que actualmente enfrentamos es la generación de fallas, estamos con un índice por arriba de un indicador que nosotros manejamos que es del 5%, estos meses estamos con el 7% de fallas, que representa aproximadamente 200 prendas con fallos al mes.

**13.\_ ¿Cuáles considera que son las posibles causas que generan fallas en las prendas?**

Las causas probables que ocasionan las fallas son en primer lugar, insumos que vienen con fallas, factor humano correspondiente a la habilidad del personal que es el de mayor incidencia y fallas de máquina como derrames de aceite y saltos de puntada.

**14.\_ ¿Existe el compromiso de la alta directiva por la mejora continua en la empresa?**

Si hay el compromiso.

**15.\_ ¿Ha escuchado de Lean Manufacturing?**

Si.

**16.\_ ¿Qué entiende por Lean Manufacturing?**

Manufactura esbelta para mi es eliminar desperdicios, mejorar la productividad y ser más eficientes.

**17.\_ ¿Qué desperdicios de Lean Manufacturing ha identificado en sus operaciones?**

Defectos, reprocesos, espera por los procesos restringidos, inventarios por almacenamiento excesivo de materia prima y stocks en proceso.

**18.\_ ¿La empresa ha cuantificado los desperdicios de manufactura antes identificados?**

Si, precisamente en este momento se está tratando de incorporar la metodología Six sigma, nos encontramos en la fase inicial, es decir, en el proceso de registro de datos, para lo cual se han considerado tres parámetros, las actividades que están causando fallas, prendas que están saliendo con fallas y personas responsables de las fallas.

### **Análisis e interpretación:**

Una vez realizada la entrevista al jefe de producción de la empresa RENOVA se pudo conocer a partir de su percepción, el estado actual de la organización, los procesos que se dan para la obtención del producto final, el cuello de botella existente, y muchos aspectos importantes que permitieron tener un punto de partida, de este modo, el entrevistado reconoció que la principal problemática que atraviesan actualmente es la presencia de fallas en las prendas, lo que incurre en costos de producción, por reproceso y pérdida de materiales e insumos, además, identificó desde su experiencia los principales desperdicios de Lean Manufacturing existentes en la planta los cuales fueron: esperas, inventario, reprocesos y defectos; siendo este último el de mayor incidencia dentro del proceso productivo.

#### **2.2.4 Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento y análisis de datos se emplearon las siguientes herramientas:

- **Microsoft Word:** En este software se documentó toda la información recopilada tanto en la investigación bibliográfica-documental, así como también toda aquella que se obtuvo a través de la investigación de campo mediante la observación, entrevista y medición que permitió llevar todo el registro de datos y de información del presente proyecto.
- **Microsoft Visio:** Este software fue indispensable para la elaboración del VSM actual y futuro en base a los datos recopilados mediante la observación directa, dada su facilidad de uso y calidad de diagramación.
- **Microsoft Excel:** Herramienta útil para el registro, tratamiento y análisis de datos, donde se aplicaron técnicas estadísticas que permitieron conocer de manera cuantitativa los niveles de desperdicio presentes en el área operativa.
- **Minitab:** Se utilizó este software debido a las funciones estadísticas básicas y avanzadas que presenta, las cuales fueron útiles en la obtención de los gráficos estadísticos de la cuantificación de desperdicios como las gráficas de control y los Diagramas de Pareto que se utilizaron para determinar los poco vitales y mucho triviales, y se constituyó como un complemento al software de Excel.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1 Situación actual de la empresa

RENOVA es una empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de prendas de control especializadas como fajas médicas, postparto, postoperatorias a medida, para quemaduras, estéticas y ortopédicas con telas inteligentes, con componentes activos, únicos en el país y con la certificación de INVISTA LYCRA, líder mundial.

Renova como firma textilera nace en el año 2009, bajo la autoría de la Ing. Mónica Tumbaco, empresaria, emprendedora, quién con el pasar de los años bajo su respaldo y organización logró que la empresa forje su propio camino de éxito, teniendo gran acogida como marca ya posicionada en el mercado ecuatoriano.

Algunos indicios que marcan el legado de la empresa son:

**Año 2009:** Fundación de RENOVA.

**Año 2010:** Apertura de centros estéticos.

**Año 2011:** Apertura de la primera tienda de fajas, fabricación, venta y distribución de fajas y Centro Estético, en el mismo año desaparece Centro Estético pero la Tienda de Fajas se traslada a una mejor ubicación.

**Año 2013:** Apertura de tienda en Latacunga.

**Año 2014:** Apertura de tienda en Santo Domingo y Quito/Sur, además de la distribución a nivel nacional.

**Año 2015:** Apertura de tienda en Quevedo.

**Año 2016:** Apertura de Tienda Quito/Norte.

**Año 2017:** Apertura de Tienda en Manta.

**Año 2018:** Apertura Tienda Mall de los Andes/ Ambato.

En la figura 7 se presenta el logotipo de la empresa RENOVA actualizado con sus colores corporativos gris y blanco, muy característicos de la marca.



**Figura 7.** Logotipo actualizado de la empresa RENOVA.

### Ubicación de la empresa

La planta de producción de la empresa RENOVA se encuentra ubicada en la Av. Pedro Porras y Antonio Clavijo, diagonal al Colegio Indoamérica, cuyas actividades se encuentran distribuidas en gerenciales, operativas y de apoyo. En la tabla 10 se da a conocer a mayor detalle la ubicación exacta de la empresa RENOVA, con su fachada principal en vista lateral y frontal.

**Tabla 10.** Ubicación de la empresa RENOVA con su fachada principal

UBICACIÓN DE LA EMPRESA RENOVA		
	<b>Provincia</b>	Tungurahua
	<b>Parroquia</b>	Huachi Chico
	<b>Ciudad</b>	Ambato
	<b>Dirección</b>	Av. Pedro Porras y Antonio Clavijo, a dos cuadras atrás del Colegio Indoamérica.

## Vista satelital de la empresa

Mediante el sistema de información geográfico Google Earth se puede contemplar una imagen satelital de la ubicación exacta de la Planta de producción de la empresa RENOVA en vista superior, cuyas coordenadas GMS (grados minutos y segundos) vienen dadas por: 1°16'15"S 78°38'27"W.



**Figura 8.** Vista satelital de la ubicación de la planta de producción de la empresa RENOVA

## Latitud y longitud

La Planta de producción de la empresa RENOVA se encuentra en la latitud -1.27113 y longitud -78.64095. Hace parte del continente de América del Sur y está ubicada en el hemisferio sur.

## Información general de la empresa

A continuación, se presenta en la tabla 11 un resumen de los datos más importantes, como RUC, razón social, nombre comercial, actividad económica y Clasificación Industrial Uniforme de todas las actividades económicas (CIU), que nos permite conocer de manera específica el sector industrial al que pertenece la empresa RENOVA.

**Tabla 11.** Información general de la empresa obtenida a partir del Registro Único de Contribuyentes.

<b>REGISTRO ÚNICO DE CONTRIBUYENTES</b>	
<b>RUC</b>	1803595238001
<b>RAZÓN SOCIAL</b>	Mónica Patricia Tumbaco Buenaño.
<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	RENOVA.
<b>ACTIVIDAD</b>	Fabricación de fajas re-modeladoras, reductoras y post quirúrgicas. Elaboración de compresas de tela.
<b>CLASIFICACIÓN CIU</b>	<b>3331</b> fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos y artículos ortésicos (fajas, corsés, etc.) y protésicos.

### **Política de calidad**

RENOVA; diseña, fabrica y comercializa prendas de control que buscan resaltar la estética y salud de sus clientes, que con innovación, calidad y equipo humano calificado comprometido a mejorar continuamente sus procesos para satisfacer a sus partes interesadas.

### **Filosofía empresarial**

#### **Misión:**

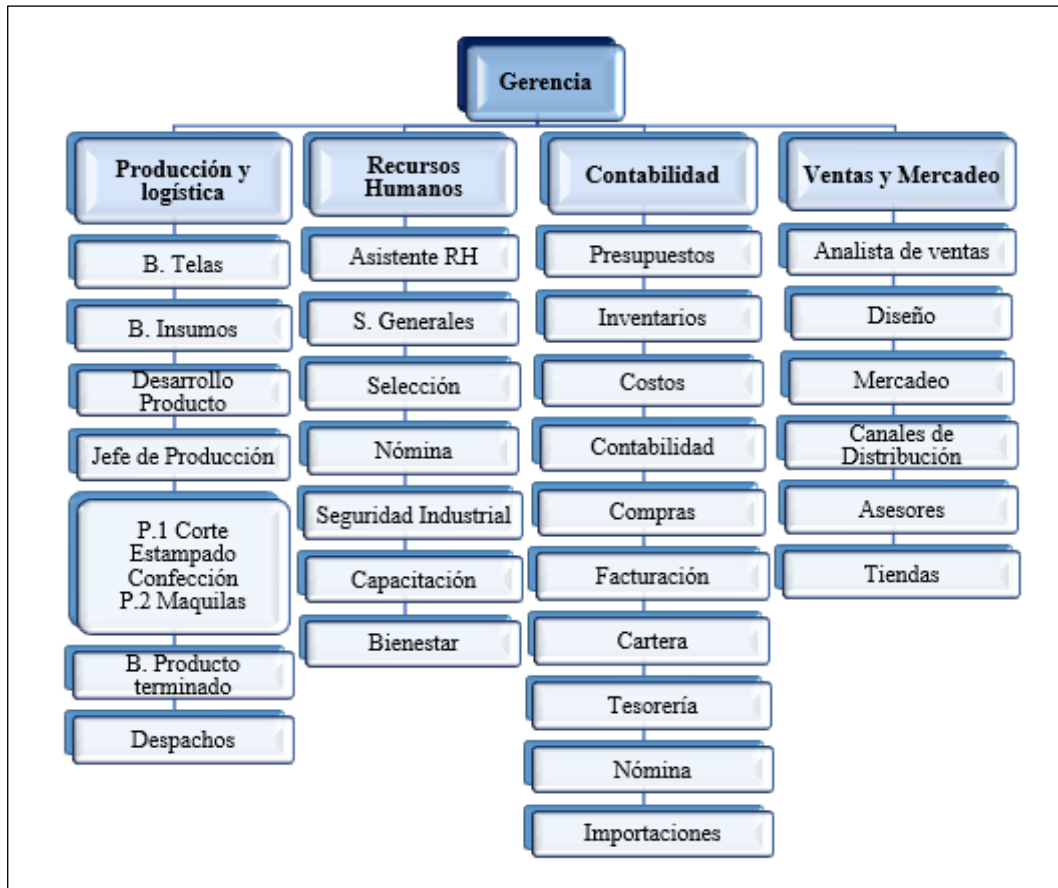
Nuestra misión es crear una experiencia plena de comodidad confianza y seguridad al realzar la belleza y cuidar la estética de las personas, a través de nuestras prendas funcionales, elaboradas con las últimas tendencias textiles, que garantizan una plena confianza en nuestra empresa.

#### **Visión:**

Ser la marca favorita y reconocida por los consumidores nacionales e internacionales, permitiéndonos posicionarnos como empresa líder en el mercado de prendas funcionales.

### 3.1.2 Estructura organizacional

La empresa RENOVA cuenta con un amplio número de trabajadores, distribuidos en 4 áreas: Producción y logística, recursos humanos, contabilidad, ventas y mercadeo, como se detalla en la figura 9.



**Figura 9.** Estructura organizacional de la empresa RENOVA.

### 3.1.3 Formato de codificación de prendas de la empresa RENOVA

Se ha tomado como referencia a la faja Micaela Balance que se puede ver en la tabla 14 correspondiente a los productos de categoría A que tiene la empresa, en donde se ha hecho un desglose de su nomenclatura como se puede ver en la tabla 12, identificando el significado de cada fragmento de su codificación.



**Tabla 12.** Desglose de la nomenclatura del código del producto de estudio.

<b>CÓDIGO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>01</b>	CLASE
<b>1</b>	GÉNERO
<b>20</b>	AÑO DE CREACIÓN
<b>18</b>	MODELO

La tabla 12 permite interpretar a qué clase, género y modelo pertenece determinada referencia y el año en que ha sido creada, facilitando así la trazabilidad del producto dentro de la línea de producción.

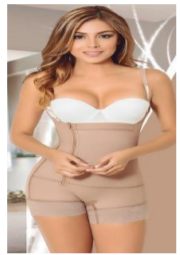




En base a la presente tabla se puede conocer el número de clases de prendas que se producen en la organización, teniendo como resultado un total de 27 tipos diferentes.

**Tabla 13.** Formato general de codificación de prendas





<b>CLASE</b>		<b>GÉNERO</b>	
<b>01</b>	FAJAS	<b>0</b>	OTROS
<b>06</b>	CHALECO	<b>1</b>	FEMENINO
<b>07</b>	CINTURILLA	<b>2</b>	MASCULINO
<b>08</b>	PANTY	<b>3</b>	UNISEX
<b>09</b>	SHORT	<b>AÑO DE CREACIÓN</b>	
<b>10</b>	BODY	<b>20</b>	2020
<b>11</b>	BRASIER	<b>21</b>	2021
<b>12</b>	PANTALÓN	<b>22</b>	2022
<b>13</b>	LEGGINS	<b>S/A</b>	0
<b>14</b>	TABLAS	<b>MODELO</b>	
<b>15</b>	ACCESORIOS FAJA	<b>01</b>	MODELO 1
<b>16</b>	COSMÉTICOS	<b>02</b>	MODELO 2
<b>17</b>	BRAZOS	<b>03</b>	MODELO 3
<b>18</b>	MENTONERA	<b>04</b>	MODELO 4
<b>19</b>	TERNO DE BAÑO	<b>05</b>	MODELO 5
<b>20</b>	BIOSEGURIDAD	<b>06</b>	MODELO 6
<b>21</b>	PRODUCTOS NATURALES	<b>07</b>	MODELO 7
<b>22</b>	BOXER	<b>08</b>	MODELO 8
<b>23</b>	PROMOCIONALES	<b>09</b>	MODELO 9
<b>24</b>	KIT	<b>10</b>	MODELO 10
<b>25</b>	COMPLEMENTOS MÉDICOS	<b>11</b>	MODELO 11
<b>26</b>	UNIFORMES		
<b>27</b>	BUSOS		
<b>28</b>	BVD		
<b>29</b>	CAMISETAS		
<b>30</b>	EQUIPOS DE MASAJE		
<b>31</b>	MUESTRAS		




3.1.4 Principales productos de la empresa RENOVA

Tabla 14. Productos categoría A de la empresa RENOVA.

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
1	0112018	FAJA MICAELA	
2	0912001	SHORT DIVINA	
3	0112017	FAJA MARILYN	
4	1012003	BODY DIVINA STRAPLESS	
5	0112001	FAJA BEAUTÉ	

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
6	0112004	FAJA ELISSE	
7	1012014	BODY PERLA	
8	0112021	FAJA NATURE	
9	0112019	FAJA CACHETERO STRAPLESS Cachetero cierre al costado	
10	0112014	FAJA LILIANA	

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
11	1012022	BODY MARAVILLOSA	
12	0112006	FAJA EQUILIBRE	
13	0112010	FAJA HARMONIE	
14	0112015	FAJA LILIANA BRAZOS	
15	0112020	FAJA NATHALIE	

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
16	0612005	CHALECO LOANNE	
17	0912202	SHORT MERY	
18	0112013	FAJA LA BELLA	

3.1.5 Mapa de procesos de la empresa

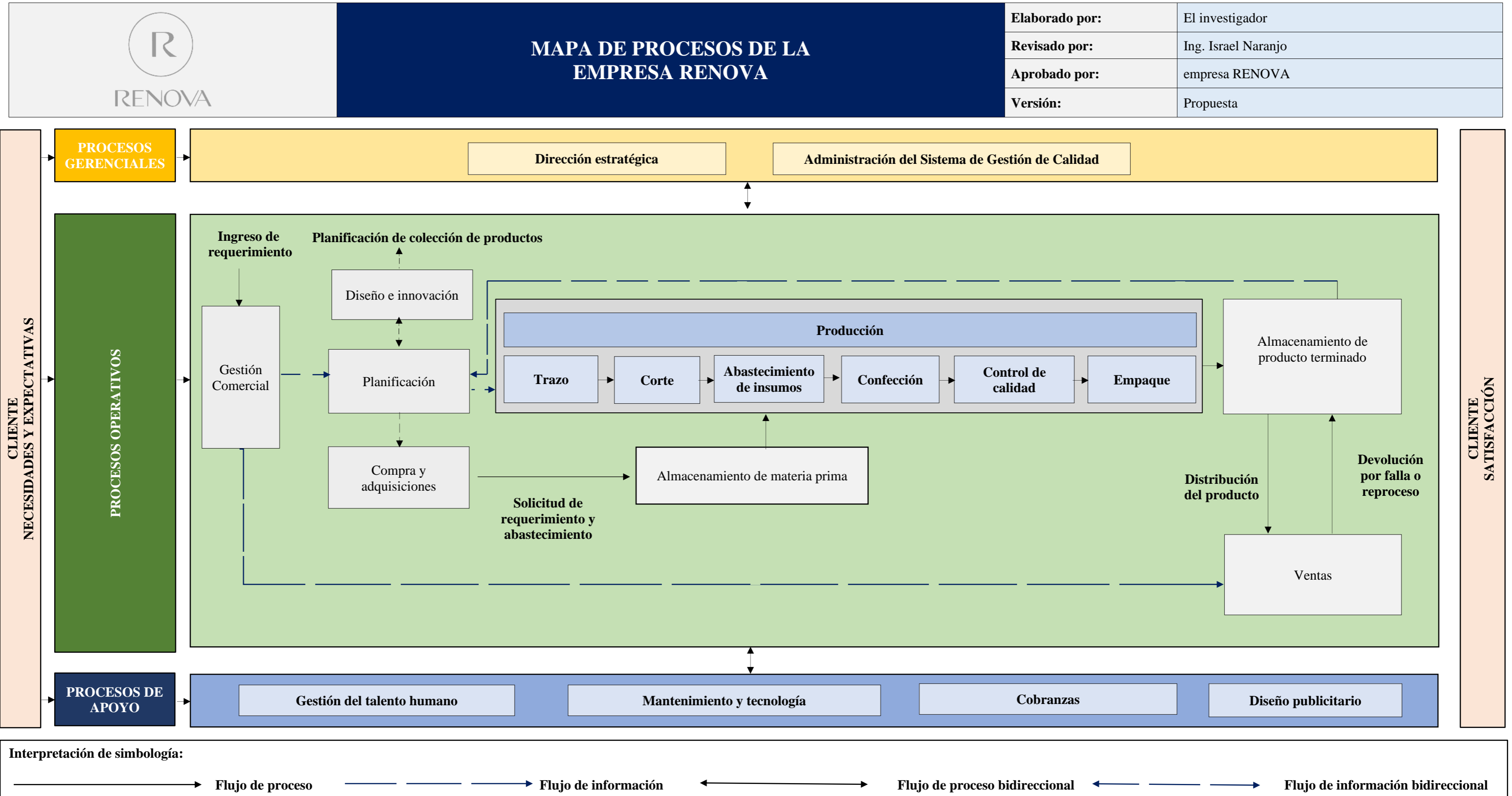


Figura 10. Mapa de procesos de la empresa RENOVA

En la figura 10 se presenta el mapa de procesos propuesto a partir de la versión actual que maneja la empresa RENOVA, que permite interrelacionar cada uno de ellos y entender mejor el funcionamiento de la organización, de los cuales se establecen tres categorías: gerenciales, operativos y procesos de apoyo.

### **Procesos gerenciales**

Dentro de los procesos gerenciales que se puede definir como un conjunto de acciones marcadas por la alta dirección que repercutirá a todos los niveles de la empresa, y dentro de esta clasificación se encuentran la dirección estratégica y la administración del sistema de gestión de calidad, que se encarga de estandarizar cada uno de los procesos internos que se manejan dentro de la organización.

### **Procesos operativos**

Son aquellas actividades necesarias que aportan valor al cliente, y donde se desarrollan las operaciones necesarias de transformación de materia prima e información en bienes o servicios terminados, dentro de esta clasificación se puede ver el inicio marcado por la gestión comercial que se encarga de diseñar, planificar y comprar materiales que permitirán llevar a cabo la producción, para posteriormente almacenar los productos y venderlos al cliente. Si existen fallas en los productos, se devuelven a bodega de producto terminado para tomar acciones, además en la empresa se brinda el servicio de reprocesos que consiste en dar atención a peticiones de clientes como: reducción de talla o cambio de algún insumo que tiene un costo de acuerdo con el requerimiento.

### **Procesos de apoyo**

Son los que, en sí mismos, no aportan valor al cliente, pero son imprescindibles para que los procesos clave detectados antes puedan completarse con éxito. De este modo, dentro de esta clasificación se maneja la gestión del talento humano que permite reclutar e incorporar al equipo de trabajo a las personas que tengan las habilidades más propicias para el puesto requerido, también se cuenta con mantenimiento y tecnología para los distintos equipos y máquinas de la organización, cobranzas y diseño publicitario que permite que la marca tenga el mayor alcance posible y la aceptación de las personas mediante el marketing.

### 3.1.6 Análisis ABC

Para el presente estudio se parte de un análisis ABC que permite identificar el o los productos de mayor demanda y que consecuentemente generan el mayor rédito económico a la organización (utilidades), a partir de la información otorgada por la empresa como son: el costo de las prendas para el cliente y el número de ventas para el año 2022 como se puede observar en la tabla 15.

Se realiza un análisis ABC con el fin de estratificar los datos y conocer aquella prenda que presenta el mayor porcentaje de rentabilidad respecto a las demás dentro de la categoría A. En la tabla 15 se muestran los valores obtenidos luego del cálculo del producto entre los costos y ventas para el año 2022 dando como resultado una valorización de \$ 104841 generada por la referencia 0112018 correspondiente a la “FAJA MICAELA”, de la cual se obtendrá información como: procesos, subprocesos que sigue la línea para la obtención del producto final, tiempos de ciclo de cada operación, etc.

**Tabla 15.** Ventas del año 2022 de los productos ofertados por la empresa RENOVA.

N°	Referencia	Modelo	Precio (\$ ítem)	Consumo (ítems al año)	Valor del Consumo (\$/año)
1	0112018	FAJA MICAELA	\$ 99	1059	\$ 104841
2	0912001	SHORT DIVINA	\$ 36	2806	\$ 101016
3	0112017	FAJA MARILYN	\$ 120	661	\$ 79320
4	1012003	BODY DIVINA STRAPLESS	\$ 59	1185	\$ 69915
5	0112001	FAJA BEAUTÉ	\$ 99	554	\$ 54846
6	0112004	FAJA ELISSE	\$ 99	492	\$ 48708
7	1012014	BODY PERLA	\$ 57,2	668	\$ 38209,6
8	0112021	FAJA NATURE	\$ 120	300	\$ 36000
9	0112019	FAJA CACHETERO STRAPLESS	\$ 99	352	\$ 34848
10	0112014	FAJA LILIANA	\$ 110	295	\$ 32450
11	1012022	BODY MARAVILLOSA	\$ 55	579	\$ 31845
12	0112006	EQUILIBRE	\$ 99	268	\$ 26532
13	0112010	HARMONIE	\$ 110	200	\$ 22000

**Tabla 15.** Ventas del año 2022 de los productos ofertados por la empresa RENOVA (continuación 1).

N°	Referencia	Modelo	Precio (\$ ítem)	Consumo (ítems al año)	Valor del Consumo (\$/año)
14	0112015	FAJA LILIANA BRAZOS	\$ 120	178	\$ 21360
15	0112020	FAJA NATHALIE	\$ 99	205	\$ 20295
16	0612005	CHALECO LOANNE	\$ 67	262	\$ 17554
17	0912202	MERY	\$ 54	316	\$ 17064
18	0112013	FAJA LA BELLA	\$ 79	210	\$ 16590
19	0112214	LIDIA	\$ 99	150	\$ 14850
20	0712002	CINTURILLA COQUETA JADE	\$ 57,6	252	\$ 14515,2
21	0712007	CINTURILLA CORSET DE LUJO	\$ 79	179	\$ 14141
22	0812005	PANTY CONTROL ABDOMEN CON ENCAJE (ROSE)	\$ 19	733	\$ 13927
23	1012009	BODY MICAELA INVISIBLE	\$ 62,4	206	\$ 12854,4
24	1432001	TABLAS POSTQUIRÚRGICAS	\$ 36	319	\$ 11484
25	1712001	COMPLEMENTO PARA BRAZOS CON GAFETE FRONTAL	\$ 42	263	\$ 11046
26	0122025	FAJA BELMONT	\$ 99	108	\$ 10692
27	2822001	BVD APOLO	\$ 79	127	\$ 10033
28	0112005	FAJA ELISSE STRAPLESS	\$ 99	101	\$ 9999
29	0612201	CHALECO ARIANNA	\$ 89	108	\$ 9612
30	0112205	FAJA BRILLIT	\$ 99	91	\$ 9009
31	1112001	BRASIER POST QUIRÚRGICO	\$ 36	245	\$ 8820
32	0112128	FAJA BEAUTÉ PINZAS USA	\$ 110	79	\$ 8690
33	0712003	CINTURILLA CON LÁMINA DE LATEX VISTO	\$ 55	158	\$ 8690
34	0112126	FAJA CAROLINE PINZAS	\$ 110	64	\$ 7040
35	0612007	CHALECO LATEX VISTO	\$ 67	104	\$ 6968
36	1012125	BODY CACHETERO STRAPLESS CON ENCAJE SILICONADO, VARILLAS Y GLUTEO EN SESGO	\$ 46	82	\$ 3772

**Tabla 15.** Ventas del año 2022 de los productos ofertados por la empresa RENOVA (continuación 2).

N°	Referencia	Modelo	Precio (\$ ítem)	Consumo (ítems al año)	Valor del Consumo (\$/año)
37	0622202	ADONIS	\$ 79	36	\$ 2844
38	1832103	MENTONERA CON ESPONJA BEIGE	\$ 25	111	\$ 2775
39	1432104	TABLA ABDOMINAL PERA	\$ 25	60	\$ 1500
40	2332002	PROMOCIONAL ANTIFAZ DESINFLAMATORIO COCOA	\$ 5	233	\$ 1165
41	2532002	COMPLEMENTOS MÉDICOS CORRECTOR DE POSTURA	\$ 35	26	\$ 910
42	2532201	COJÍN QUIRÚRGICO POST	\$ 45	18	\$ 810
43	1832001	MENTONERA MOCA TIRA COCOA	\$ 12	34	\$ 408
44	2532202	COJÍN ESPALDAR	\$ 29	14	\$ 406
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3120,2</b>	<b>14491</b>	<b>\$ 970354,2</b>

Mediante la ecuación 1 se procede a calcular el porcentaje de consumo de cada prenda, que viene dada por la relación entre la valorización de cada prenda con respecto a la valorización total de la empresa, esto asociado siempre a las ventas.

$$\% \text{ consumo} = \frac{104841 * 100}{970354,2} \quad (1)$$

$$\% \text{ consumo} = 10,80\%$$

Posteriormente, se procede a calcular el porcentaje de consumo acumulado mediante la ecuación 2

$$\% \text{ consumo acumulado} = 0\% + 10,80\% \quad (2)$$

$$\% \text{ consumo acumulado} = 10,80\%$$

**Tabla 16.** Obtención del porcentaje de participación acumulado, consumo acumulado y categorización.

Nº	Referencia	Valor del Consumo (\$/año)	% del valor de Consumo	% Cumulativo	Clasificación
1	0112018	104841	10,80%	10,80%	A
2	0912001	101016	10,41%	21,21%	A
3	0112017	79320	8,17%	29,39%	A
4	1012003	69915	7,21%	36,59%	A
5	0112001	54846	5,65%	42,25%	A
6	0112004	48708	5,02%	47,27%	A
7	1012014	38209,6	3,94%	51,20%	A
8	0112021	36000	3,71%	54,91%	A
9	0112019	34848	3,59%	58,50%	A
10	0112014	32450	3,34%	61,85%	A
11	1012022	31845	3,28%	65,13%	A
12	0112006	26532	2,73%	67,86%	A
13	0112010	22000	2,27%	70,13%	A
14	0112015	21360	2,20%	72,33%	A
15	0112020	20295	2,09%	74,42%	A
16	0612005	17554	1,81%	76,23%	A
17	0912202	17064	1,76%	77,99%	A
18	0112013	16590	1,71%	79,70%	A
19	0112214	14850	1,53%	81,23%	B
20	0712002	14515,2	1,50%	82,73%	B
21	0712007	14141	1,46%	84,19%	B
22	0812005	13927	1,44%	85,62%	B
23	1012009	12854,4	1,32%	86,95%	B
24	1432001	11484	1,18%	88,13%	B
25	1712001	11046	1,14%	89,27%	B
26	0122025	10692	1,10%	90,37%	B
27	2822001	10033	1,03%	91,40%	B
28	0112005	9999	1,03%	92,43%	B
29	0612201	9612	0,99%	93,42%	B
30	0112205	9009	0,93%	94,35%	B
31	1112001	8820	0,91%	95,26%	C
32	0112128	8690	0,90%	96,16%	C
33	0712003	8690	0,90%	97,05%	C
34	0112126	7040	0,73%	97,78%	C
35	0612007	6968	0,72%	98,50%	C
36	1012125	3772	0,39%	98,89%	C
37	0622202	2844	0,29%	99,18%	C
38	1832103	2775	0,29%	99,46%	C
39	1432104	1500	0,15%	99,62%	C
40	2332002	1165	0,12%	99,74%	C
41	2532002	910	0,09%	99,83%	C
42	2532201	810	0,08%	99,92%	C
43	1832001	408	0,04%	99,96%	C
44	2532202	406	0,04%	100,00%	C
<b>TOTAL</b>		<b>970354,2</b>	<b>100,00%</b>		

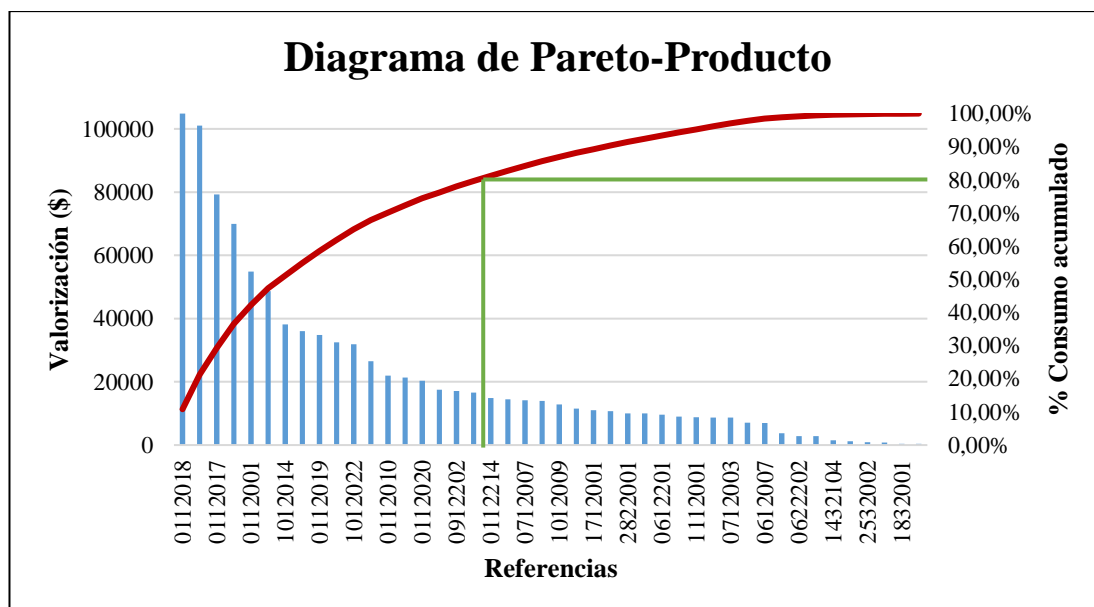


En la tabla 17 se presenta un resumen del análisis ABC, bajo el criterio 80%, 15% y 5%, en donde se establecen los porcentajes de participación, participación acumulada, consumo y consumo acumulado para cada categoría.

**Tabla 17.** Resumen del análisis ABC

Consumo estimado	Clasificación	n	% Consumo	% Consumo Cumulativo
0% -80%	A	18	79,70%	79,70%
80,1%-95%	B	12	14,65%	94,35%
95,1%-100%	C	14	5,65%	100,00%
<b>TOTAL</b>		44	100,00%	100,00%
n= Número de productos ofertados				

En la figura 11 se muestra el gráfico ABC obtenido, en donde se establecen las distintas categorías, donde la categoría A, se establecen los productos con una valorización de 0% a 80%, los productos de categoría B se encuentran en el intervalo de 80% a 95% y finalmente los productos C son los restantes.



**Figura 11.** Gráfico ABC para la identificación del producto de mayor rentabilidad.

**Interpretación:**

Una vez realizado el análisis ABC se puede observar en la figura 11 el porcentaje de consumo que presenta cada categoría considerando el factor de ventas anual para el año 2022, obteniendo que la categoría A presenta un 79,70% de consumo la categoría B 14,56% y la categoría C 5,65 %, lo que permite precisamente ir a la tabla 16 y conocer cuál de todas las

prendas de clase A tiene un mayor porcentaje de consumo y que por tanto genera mayores utilidades a la empresa, obteniendo como resultado la referencia 0112018 correspondiente a “FAJA MICAELA” con una valorización de \$ 104841 con un porcentaje de consumo del 10,80% del 79,70 % de los 18 productos de categoría A, y a pesar de que la segunda referencia tiene el mayor número de ventas, deja de constituirse en el producto de mayor rentabilidad dentro de la organización dado que presenta un costo menor al de la referencia estudiada, que afectan las utilidad final, sin embargo no deja de ser una prenda valiosa para la organización, dado los ingresos que esta aporta.

**Tabla 18.** Ventas 2022 del producto de mayor rentabilidad por tallas

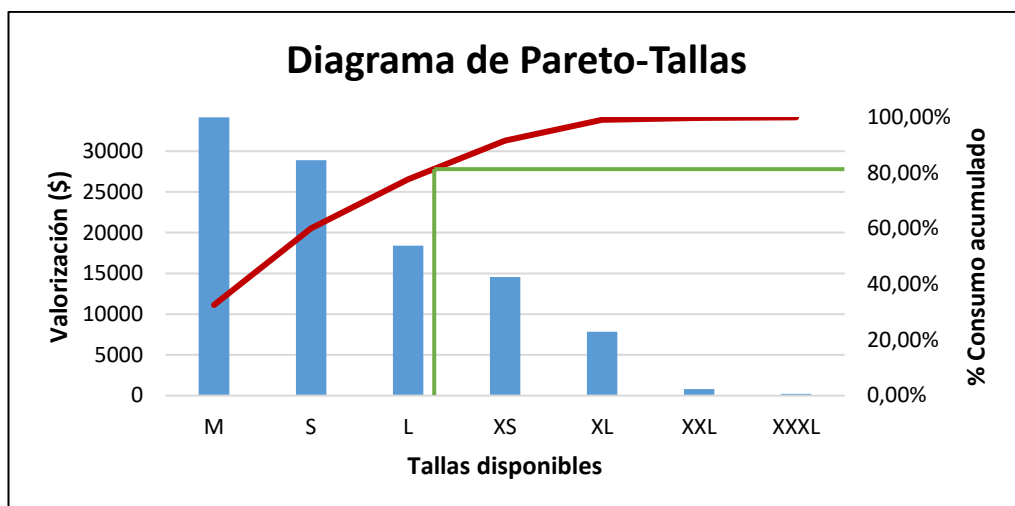
N°	Referencia	Talla	Precio (\$ ítem)	Consumo (ítems al año)	Valor del Consumo (\$/año)	% del valor de Consumo	% Cumulativo	Clase
1	0112018	M	99	345	34155	32,58%	32,58%	A
2	0112018	S	99	292	28908	27,57%	60,15%	A
3	0112018	L	99	186	18414	17,56%	77,71%	A
4	0112018	XS	99	147	14553	13,88%	91,60%	B
5	0112018	XL	99	79	7821	7,46%	99,06%	C
6	0112018	XXL	99	8	792	0,76%	99,81%	C
7	0112018	XXXL	99	2	198	0,19%	100,00%	C
<b>TOTAL</b>				1059	104841	100,00%		

En la tabla 18 se da a conocer la venta anual para el año 2022 de la referencia 0112018 desglosada por cada una de sus tallas, con el precio para el cliente, y el cálculo de valor de consumo y su respectiva clasificación ABC determinando la talla M de la referencia 0112018 como la de mayor rentabilidad en cuanto a ventas.

**Tabla 19.** Resumen del análisis ABC de segundo orden

Consumo estimado	Clasificación	N	%Consumo	%Consumo Cumulativo
0% -80%	A	3	77,71%	77,71%
80,1%-95%	B	1	13,88%	91,60%
95,1%-100%	C	3	8,40%	100,00%
<b>TOTAL</b>		7	100,00%	100,00%
n= Número de productos ofertados				

En la tabla 19 se presenta un resumen del análisis ABC, bajo el criterio 80%, 15% y 5%, en donde se establecen los porcentajes de participación, participación acumulada, consumo y consumo acumulado.




**Figura 12.** Gráfico ABC de segundo orden para la identificación de la talla de mayor consumo que tiene el producto de mayor rentabilidad.

### Interpretación:

Se ha determinado las tres categorías ABC, teniendo para la categoría A un porcentaje de 77,71% de consumo para la categoría B un 13,88 y categoría C 8,40% sumando un porcentaje acumulado de 77,71%, 91,60 % y 100% respectivamente. Dentro de la categoría A, la talla de mayor consumo de la referencia 0112018 con un 32,58% que representa una valorización de 34155 \$ es la talla M, por lo que para el presente estudio se enfocará en la obtención de información como procesos, toma de tiempos, etc., con relación a este ítem.

### 3.1.7 Datos del producto de mayor rentabilidad

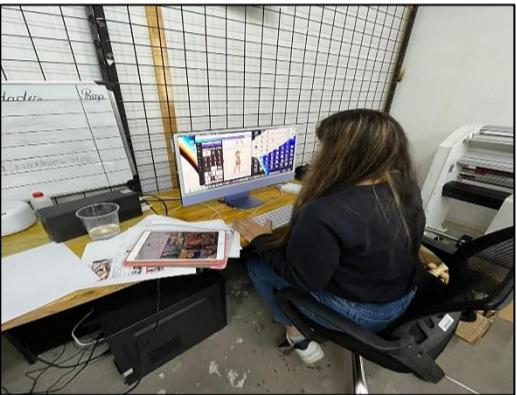


**Tabla 20.** Información acerca del producto de rentabilidad para la empresa con la talla de mayor consumo

REFERENCIA	MODELO	TALLAS DISPONIBLES	CARACTERÍSTICAS	ILUSTRACIÓN
0112018	FAJA MICAELA	XS S M L XL XXL XXXL	Para tratamientos estéticos, reafirmantes y postquirúrgicos como:  - Drenaje linfático - Liposucción - Lipoescultura - Cesárea - Retracción pélvica.	

### 3.1.8 Proceso productivo de la empresa RENOVA

A continuación, se detallan cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la empresa de estudio, que permitirá conocer el método actual de trabajo e identificar posibles problemas en el normal funcionamiento de la planta.

**Tabla 21.** Descripción de los procesos existentes en la empresa RENOVA

PROCESO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
<b>Recepción de materia prima</b>	<p>Los insumos y materiales que llegan a la empresa son: cierres, sesgos, abrochaduras, elásticos, etiquetas, hilos, empaques, bolsas plásticas, y telas siendo este último el insumo que predomina en el proceso productivo. El pedido de estos ítems se lo realiza en base a una planificación anual de requerimiento de material y la compra se la hace de manera trimestral con la siguiente frecuencia: en el primer trimestre se solicita el 50%, el segundo trimestre el 60%, el tercer trimestre 80% y el último trimestre el 100% de la planificación, dada la alta demanda que existe en este último periodo del año.</p>	 <p><b>Figura 13.</b> Almacenamiento de telas.</p>
<b>Trazo</b>	<p>El proceso de trazo es llevado a cabo mediante el diseño asistido por computadora mediante el software Pds Optitex, el proceso empieza con el escalado de piezas para las distintas tallas que se fabrican, luego se acomodan los componentes de cada una de las referencias que se fabrican. Posterior a esta operación se imprime el pliego de papel que contiene todas las piezas necesarias para cierto lote de determinada referencia. El proceso de trazo termina una vez realizada la orden de corte, el cual es el documento que permite iniciar la producción.</p>	 <p><b>Figura 14.</b> Diseño de las referencias</p>
<b>Corte</b>	<p>El proceso inicia con el tendido de la tela sobre la mesa de corte y doblado de capas ( por lo general 25 capas) las mismas que se tiemplan haciendo uso de unos fijadores que se encuentran a cada extremo, cabe recalcar que la tela debe tener un reposo preliminar de 24 horas para poder expandirse y posterior se coloca el pliego previamente impreso sobre la tela y finalmente con la ayuda de una máquina de corte textil se procede a recortar cada figura que conforma la referencia, siguiendo cada trazo que se encuentra sobre el pliego, una vez terminado este proceso se deja reposar cada una de estas piezas cortadas un tiempo de 12 a 24 horas a fin que vuelva a su estado original dada la tensión anterior que alcanza la tela.</p>	 <p><b>Figura 15.</b> Tendido del pliego a cortar</p>
<b>Abastecimiento de insumos a la línea de producción</b>	<p>De acuerdo con la orden de corte establecida en el proceso de trazo, se tendrá la lista de insumos que serán necesarios para la fabricación de determinada referencia, por lo cual el proceso de abastecimiento inicia con el cálculo de las cantidades necesarias para la producción diaria establecida por el jefe de producción en base al consumo promedio unitario que viene incluido en la orden de corte, luego se procede a la preparación de los insumos, teniendo como primer insumo necesario las etiquetas de tallas para iniciar con el proceso de confección de prendas, finalmente se registra en la orden de corte las cantidades exactas ya sean en metros o valores unitarios de los insumos que salen, con su respectiva firma de responsabilidad para tener un control adecuado del inventario existente.</p>	 <p><b>Figura 16.</b> Bodega de insumos</p>




**Tabla 21.** Descripción de los procesos existentes en la empresa RENOVA (continuación 1)

PROCESO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
<p><b>Confección</b></p>	<p>El proceso de confección consta de múltiples operaciones que permiten la obtención del producto final, las mismas que son entregadas al inicio de la jornada por el jefe de producción, y consisten en su mayor parte de embolsados, unión de piezas, pegado de tallas y armados, la línea de confección se dividen en dos módulos, en los cuales se lleva a cabo el proceso de las distintas referencias en base a una carga de trabajo diaria que tienen que alcanzar, la misma que es obtenida de acuerdo con los tiempos estándar de operación, utilizando para esto máquinas overlock, unidora, recta y triple arrastre.</p>	 <p><b>Figura 17.</b> Línea de confección</p>
<p><b>Atraque y pulido</b></p>	<p>Este proceso es el encargado dar los terminados finales a las prendas previamente confeccionadas, la operación de atraque es un tipo de remate que impide que se safen las puntadas de las prendas confeccionadas, y en cuanto a la operación de pulido, este consiste en cortar los hilos sobrantes y rebabas que quedan luego del proceso de confección y atraque.</p>	 <p><b>Figura 18.</b> Operación de atraque y pulido</p>
<p><b>Control de calidad</b></p>	<p>Una vez que se han unido los componentes que forman la silueta de la prenda, y han pasado por el proceso de atraque y pulido, se proceden a enviar las prendas a una sección en la cual realizan una verificación de cada una, en donde se revisa la elasticidad, costuras correctas y presencia de manchas, y en caso de que alguna prenda tenga defectos se la registra en una hoja de control de fallos para llevar un control minucioso de las prendas que se encuentran con mala calidad, lo cual también ayuda para su posterior etiquetado y colocación del sello de calidad que dependerá de los criterios nombrados.</p>	 <p><b>Figura 19.</b> Operación de control de calidad</p>
<p><b>Empaque</b></p>	<p>Para el proceso de empaque primero se coloca una etiqueta ecológica (de cartón) haciendo uso de una plastiflecha y sobre esta se adhiere un sello de calidad en base al registro anterior, y se lo hace en relación con 3 parámetros, calidad intacta, leve presencia de defectos y presencia notoria de defectos que alteran el funcionamiento de la prenda con R01, R02 y R03 respectivamente. Posterior al control de calidad se dobla la faja en base a patrones estandarizados dependientemente de la referencia, luego se coloca dentro de unas fundas preestablecidas donde contienen un cartón con la imagen de la prenda, finalmente se las va ordenando en un cartón para enviar hacia la bodega de producto terminado.</p>	 <p><b>Figura 20.</b> Empacado de prendas</p>
<p><b>Despacho</b></p>	<p>Una vez que llega un lote de producción al área de bodega de producto terminado se realiza el ingreso de las prendas en el sistema Micro Plus y luego se las percha de manera ordenada de acuerdo a la ubicación establecida para lo cual cada fila y cada piso tienen cierta codificación que permiten controlar la trazabilidad del producto, cada percha viene dado por letras del alfabeto, la sección y número de piso que sirve para clasificar por tallas, para el despacho de los productos se registra la salida de productos en el sistema y se lo envía por Servientrega</p>	 <p><b>Figura 21.</b> Perchado de prendas</p>

### 3.1.9 Estudio de tiempos

Cálculo de tiempos preliminares para conocer el número de ciclos a cronometrar

**Tabla 22.** Obtención de tiempos preliminares en la sección de confección del área operativa de la empresa RENOVA.

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>							
Área	Producción	Entrada	Tela cortada e insumos						
Sección	Confección	Salida	Prenda confeccionada						
Máquinas	Overlock, triple, recubridora, unidora, recta	Realizado por	El investigador						
Herramientas	Tijera pulidora	Revisado por	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Encender máquinas overlock, triple, recubridora, unidora, recta.	ACN-A01	4,00	3,00	5,00	5,00	4,25	0,07	0:00:04
2	Verificar estado de agujas, existencia de hilos, etc.	ACN-A02	15,00	12,00	10,00	16,00	13,25	0,22	0:00:13
3	Realizar el embolsado posterior X2.	ACN-A03	38,00	34,00	38,00	46,00	78,00	1,30	0:01:18
4	Realizar el figurado de cola (x2).	ACN-A04	9,00	10,00	8,00	8,00	17,50	0,29	0:00:17
5	Unir posteriores.	ACN-A05	18,00	18,00	24,00	21,00	20,25	0,34	0:00:20
6	Pegado sesgo en colitas.	ACN-A06	11,00	8,00	10,00	10,00	9,75	0,16	0:00:10
7	Pegar la talla en la prenda.	ACN-A07	3,00	4,00	3,00	5,00	3,75	0,06	0:00:04
8	Realizar el embolsado delantero.	ACN-A08	199,00	200,00	140,00	173,00	178,00	2,97	0:02:58
9	Realizar el figurado delantero.	ACN-A09	9,00	10,00	9,00	11,00	9,75	0,16	0:00:10
10	Unir el delantero con el posterior.	ACN-A10	22,00	15,00	21,00	17,00	18,75	0,31	0:00:19
11	Realizar el cerrado de costado.	ACN-A11	13,00	17,00	18,00	17,00	16,25	0,27	0:00:16
12	Pegar elástico siliconado al pecho.	ACN-A12	32,00	29,00	31,00	32,00	31,00	0,52	0:00:31
13	Pegar sesgo.	ACN-A13	83,00	85,00	81,00	80,00	82,25	1,37	0:01:22
14	Pegado encaje y cortar.	ACN-A14	36,00	35,00	34,00	38,00	35,75	0,60	0:00:36
15	Realizar el cerrado de piernas.	ACN-A15	20,00	16,00	18,00	19,00	18,25	0,30	0:00:18
16	Armar perilla.	ACN-A16	26,00	21,00	23,00	25,00	23,75	0,40	0:00:24
17	Pegar el gafete H en perilla.	ACN-A17	59,00	48,00	49,00	43,00	49,75	0,83	0:00:50
18	Realizar el señalado de cierre.	ACN-A18	7,00	6,00	8,00	6,00	6,75	0,11	0:00:07
19	Pegar cierre, perilla y gafete M.	ACN-A19	283,00	233,00	258,00	264,00	259,50	4,33	0:04:19
20	Realizar el armado de fundillo.	ACN-A20	34,00	35,00	29,00	28,00	31,50	0,53	0:00:32
21	Realizar el pegado del fundillo.	ACN-A21	83,00	85,00	77,00	84,00	82,25	1,37	0:01:22
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>990,25</b>	<b>16,50</b>	<b>0:16:30</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>8</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									

Para desarrollar el estudio de tiempos en la empresa RENOVA, lo primero que se consideró fue analizar la secuencia de operaciones que se sigue para la obtención del producto final, luego, se realizaron cuatro mediciones previas en cada una de las secciones que conforma el área operativa, para conocer el tiempo observado promedio lo cual permitió conocer el número de ciclos a cronometrar con base al criterio de la General Electric. En la tabla 22 se muestra el ejemplo de la obtención del tiempo observado en la sección de confección, donde, luego de realizadas las cuatro mediciones previas se obtuvo un tiempo observado de 990, 25 segundos que transformando al formato de (horas: minuto) se tiene un tiempo de 16 minutos con 30 segundos que toma en confeccionar una prenda desde la recepción de las piezas cortadas e insumos hasta el pegado de fundillo que es la última operación que se realiza para la obtención de la faja Micaela Balance.

**Tabla 23.** Ciclos a cronometrar en la sección de confección con base al criterio de la General Electric

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

En la tabla 23 se presenta los criterios de la General Electric para obtención de ciclos recomendados a cronometrar de acuerdo al tiempo observado obtenido de las mediciones previas, de este modo, para la sección de confección se tiene un total de 8 ciclos, dado que el tiempo observado es de 16,5 minutos y se encuentra en el rango de 10 a 20 minutos de la tabla adjunta.

Para continuar con el estudio se procedió a codificar cada una de las actividades que se ejecutan en todas las secciones, tomando la siguiente consideración:

**Tabla 24.** Codificación empleada para las actividades desarrolladas en cada sección del área operativa

Área	Abreviatura	Actividad
Área de trazo	ATZ	A##
Área de corte	ACE	A##
Área de insumos	AIN	A##
Área de confección	ACN	A##
Área de atraque y pulido	AAP	A##
Área de control de calidad	ACC	A##
Área de empaque	AEM	A##
Área de producto terminado	APT	A##

En la tabla 25, se presenta un ejemplo de codificación de la actividad 1 en la sección de confección, donde, las primeras siglas representan la sección a medir y la letra con el número dispuesta luego del separador indica el número de actividad.

**Tabla 25.** Ejemplo de codificación para la primera actividad desarrollada en la sección de confección.

Área de confección	Separador	Actividad 1
ACN	-	A01

En el anexo 6 se describen todas las actividades que se desarrollan en las secciones: trazo, corte, bodega de insumos, confección, atraque y pulido, control de calidad, empaque, y bodega de producto terminado, con su respectivo código de identificación.

Una vez registradas y codificadas todas las tareas que se llevan a cabo dentro de cada una de las 8 secciones que conforman el área operativa se obtiene un total de 101 actividades que se realizan para la obtención del producto final y su posterior despacho.

De esta manera se procedió a calcular los tiempos estándar de cada operación de acuerdo con el número de ciclos recomendados bajo el criterio de la General Electric, los cuales se especifican en la tabla 23.

En la tabla 26 se presentan los ciclos recomendados a cronometrar de acuerdo al criterio de la General Electric en cada sección que conforma el área operativa.



**Tabla 26.** Ciclos a cronometrar en cada sección del área operativa de acuerdo con el tiempo observado obtenido de las mediciones previas

Ciclos a cronometrar	Sección
8	Confección
10	Atraque y Pulido
20	Control de calidad
	Trazo
30	Empaque
	Bodega de insumos
	Bodega de producto terminado
	Corte

### Tiempo observado

El tiempo observado se obtiene del promedio de todas las mediciones realizadas de acuerdo con el número de ciclos propuesto por la General Electric mediante la ecuación 4, de este modo para la actividad ACN-A01 correspondiente a “encender máquinas overlock, triple, recubridora, unidora, recta” se tiene lo siguiente:

$$TO = \frac{(4 + 3 + 5 + 5 + 6 + 5 + 6 + 5) \text{ segundos}}{8} \quad (4)$$

$$TO = 4,88 \text{ segundos}$$

### Cálculo de factor de Desempeño:

Para este ejemplo se considera al operador 1 de la sección de confección.

**Tabla 27.** Valorización del ritmo de trabajo de la operaria 1 de la sección de confección

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de confección módulo 2-OC01			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C2	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
Ritmo tipo			100
FD			1,100

De acuerdo con la tabla 27, se tienen cada uno de los factores que contempla el criterio

de Westinghouse: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, obtenidos mediante la observación directa del proceso, y se procede con el cálculo mediante la ecuación 3 de la siguiente manera:

$$Fd = v + FH + FE + FC + FCon \quad (3)$$

$$Fd = 1 + 0,03 + 0,02 + 0,04 + 0,01$$

$$Fd = 1,1$$

Para el caso de la operadora 1 de la sección de confección se tiene una valorización del ritmo de trabajo de 1,1.

### Tiempo básico o normal

Una vez obtenido el tiempo observado promedio y el factor de desempeño se procede a calcular el tiempo normal mediante la ecuación 5.

$$TN = TO \times Fd \quad (5)$$

$$TN = 4,88 \text{ (segundos)} \times 1,1$$

$$TN = 5,36 \text{ segundos}$$

### Cálculo de Suplementos:

**Tabla 28.** Cálculo de suplementos de la operaria 1 de la sección de confección con base al criterio de la OIT

Suplementos de acuerdo con la OIT		
Área de confección		
Suplementos constantes	Hombre	Mujer
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
Suplementos variables	Hombre	Mujer
Trabajo se realiza sentado	-	0
Postura incómoda	-	3
Iluminación ligeramente por debajo	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual por trabajo de precisión	-	2
Sonido continuo	-	0
Proceso algo complejo	-	1
Trabajo monótono	-	0
Trabajo algo aburrido	-	0
<b>TOTAL</b>		<b>17%</b>

En la tabla 28 se da a conocer el valor de suplementos para la operaria 1 de la sección de confección considerando los suplementos constantes y variables dando como resultado un total de 17%.

### **Tiempo estándar**

Mediante la ecuación 6 se procede a calcular el tiempo estándar de la siguiente manera:

$$TS = TN \times (1 + S) \quad (6)$$

$$TS = 5,36 \text{ segundos} \times (1 + 17\%)$$


$$TS = 6,27 \text{ segundos}$$

$$TS = 0,10 \text{ minutos en la operación ACN – A01}$$

Para el análisis de la obtención del tiempo estándar del presente estudio se toma como referencia a la sección de confección del área operativa debido a ser el proceso principal de la empresa, primeramente se obtuvo un tiempo observado de 4,88 que resultó del promedio de las 8 observaciones sugeridas de acuerdo al criterio de la General Electric, posteriormente se obtuvo un factor de desempeño de 1,1 del operador más capacitado una vez analizada la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia; seguido a esto se calculó el tiempo normal que resulta del producto entre el tiempo observado y factor de desempeño, adicional, se obtuvo un valor de 17% en cuanto a suplementos para el operador de la línea de confección que en este caso se trata de una persona de género femenino para lo cual se consideraron los criterios de la OIT donde se evaluaron los suplementos constantes y variables, finalmente se calculó el tiempo estándar con el resultado del tiempo normal obtenido

De este modo se tiene un total de 0,10 minutos para la operación que corresponde a la actividad “encender máquinas overlock, triple, recubridora, unidora, recta” que es la única actividad set up que sucede en la sección de confección.

**Tabla 29.** Obtención del tiempo de ciclo de operación en la sección de confección

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>													
Área	Producción	Entrada	Tela cortada e insumos												
Sección	Confección	Salida	Prenda confeccionada												
Máquinas	Overlock, triple, recubridora, unidora, recta		Realizado por	El investigador											
Herramientas	Tijera pulidora		Revisado por	Ing. Israel Naranjo											
Toma de tiempos estándar															
N°	Actividades	Muestras (segundos)				TO (seg)	TO (min)	TO (hh.mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TS (min)	TS (hora: min)	
		1	2	3	4										
		5	6	7	8										
1	ACN-A01	4,00	3,00	5,00	5,00	4,88	0,08	0:00:05	1,1	5,36	17%	6,27	0,10	0:00:06	
		6,00	5,00	6,00	5,00										
2	ACN-A02	15,00	12,00	10,00	16,00	12,75	0,21	0:00:13	1,1	14,03	17%	16,41	0,27	0:00:16	
		12,00	13,00	10,00	14,00										
3	ACN-A03	38,00	34,00	38,00	46,00	37,13	0,62	0:00:37	0,93	34,53	17%	40,40	0,67	0:00:40	
		35,00	32,00	38,00	36,00										
4	ACN-A04	9,00	10,00	8,00	8,00	9,13	0,15	0:00:09	1,1	10,04	17%	11,74	0,20	0:00:12	
		9,00	12,00	8,00	9,00										
5	ACN-A05	18,00	18,00	24,00	21,00	20,38	0,34	0:00:20	1,1	22,41	17%	26,22	0,44	0:00:26	
		22,00	19,00	21,00	20,00										
6	ACN-A06	11,00	8,00	10,00	10,00	9,50	0,16	0:00:10	0,93	8,84	17%	10,34	0,17	0:00:10	
		9,00	10,00	10,00	8,00										
7	ACN-A07	3,00	4,00	3,00	5,00	4,00	0,07	0:00:04	0,93	3,72	17%	4,35	0,07	0:00:04	
		4,00	5,00	3,00	5,00										
8	ACN-A08	199,00	200,00	158,00	173,00	178,25	2,97	0:02:58	0,93	165,77	17%	193,95	3,23	0:03:14	
		180,00	163,00	165,00	188,00										
9	ACN-A09	9,00	10,00	9,00	11,00	9,63	0,16	0:00:10	1,1	10,59	17%	12,39	0,21	0:00:12	
		11,00	9,00	10,00	8,00										

**Tabla 29.** Obtención del tiempo de ciclo de operación en la sección de confección (continuación 1)

N°	Actividades	Muestras				TO (seg)	TO (min)	TO (hora: min)	FD	TN	S	TS (seg)	TS (min)	TS (hora: min)
		1	2	3	4									
		5	6	7	8									
10	ACN-A10	22,00	15,00	21,00	17,00	18,00	0,30	0:00:18	1,1	19,80	17%	23,17	0,39	0:00:23
		15,00	21,00	16,00	17,00									
11	ACN-A11	13,00	17,00	18,00	17,00	15,75	0,26	0:00:16	1,1	17,33	17%	20,27	0,34	0:00:20
		16,00	16,00	14,00	15,00									
12	ACN-A12	32,00	29,00	31,00	32,00	30,25	0,50	0:00:30	1,1	33,28	17%	38,93	0,65	0:00:39
		29,00	30,00	31,00	28,00									
13	ACN-A13	83,00	85,00	81,00	80,00	81,63	1,36	0:01:22	1,1	89,79	17%	105,05	1,75	0:01:45
		80,00	82,00	78,00	84,00									
14	ACN-A14	36,00	35,00	34,00	38,00	35,00	0,58	0:00:35	1,1	38,50	17%	45,05	0,75	0:00:45
		36,00	35,00	34,00	32,00									
15	ACN-A15	20,00	16,00	18,00	19,00	18,13	0,30	0:00:18	1,1	19,94	17%	23,33	0,39	0:00:23
		18,00	18,00	17,00	19,00									
16	ACN-A16	26,00	21,00	23,00	25,00	23,63	0,39	0:00:24	0,93	21,97	17%	25,71	0,43	0:00:26
		24,00	21,00	22,00	27,00									
17	ACN-A17	59,00	48,00	49,00	43,00	49,88	0,83	0:00:50	1,1	54,86	17%	64,19	1,07	0:01:04
		53,00	52,00	47,00	48,00									
18	ACN-A18	7,00	6,00	8,00	6,00	7,13	0,12	0:00:07	1,1	7,84	17%	9,17	0,15	0:00:09
		7,00	6,00	8,00	9,00									
19	ACN-A19	283,00	233,00	258,00	264,00	253,50	4,23	0:04:14	1,1	278,85	17%	326,25	5,44	0:05:26
		245,00	248,00	264,00	233,00									
20	ACN-A20	34,00	35,00	29,00	28,00	31,50	0,53	0:00:32	0,93	29,30	17%	34,28	0,57	0:00:34
		29,00	28,00	35,00	34,00									
21	ACN-A21	83,00	85,00	77,00	84,00	82,00	1,37	0:01:22	0,93	76,26	17%	89,22	1,49	0:01:29
		81,00	79,00	84,00	83,00									
<b>Tiempo de ciclo</b>						<b>932,00</b>	<b>15,53</b>	<b>0:15:32</b>				<b>1126,69</b>	<b>18,78</b>	<b>0:18:47</b>
<b>TO: Tiempo observado</b>		<b>FD: Factor de desempeño</b>		<b>TN: Tiempo normal</b>		<b>S: Suplementos</b>		<b>TS: Tiempo estándar</b>						

**Tabla 30.** Valorización del ritmo de trabajo en todas las secciones del área operativa

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse							
Sección	Operador	Factor	Escala	Tipo	Descripción	Ritmo tipo	FD
<b>Trazo</b>	OTZ01	Habilidad	0,03	C2	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
<b>Corte</b>	OCE01	Habilidad	0,03	C1	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
<b>Bodega de Insumos</b>	OIN01	Habilidad	-0,05	E1	Aceptable	100%	0,880
		Esfuerzo	0	D	Promedio		
		Condiciones	-0,07	F	Malas		
		Consistencia	0	C	Promedio		
<b>Confección</b>	OCN01	Habilidad	0,03	C2	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
	OCN02	Habilidad	0,03	C2	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
	OCN03	Habilidad	-0,05	E1	Aceptable	100%	0,930
		Esfuerzo	-0,04	E1	Aceptable		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	-0,02	E	Regular		
<b>Atraque y pulido</b>	OAP01	Habilidad	0,03	C1	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
	OAP02	Habilidad	0	D	Promedio	100%	1,070
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
	OAP03	Habilidad	0	D	Promedio	100%	1,060
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0	D	Promedio		
<b>Control de calidad</b>	OCC01	Habilidad	0,03	C2	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
<b>Empaque</b>	OEM01	Habilidad	0,03	C2	Bueno	100%	1,100
		Esfuerzo	0,02	C2	Bueno		
		Condiciones	0,04	B	Excelentes		
		Consistencia	0,01	C	Buena		
<b>Producto terminado</b>	OPT01	Habilidad	-0,05	E1	Aceptable	100%	0,950
		Esfuerzo	0	D	Promedio		
		Condiciones	0	D	Promedio		
		Consistencia	0	C	Promedio		

En la tabla 30 se especifican cada una de las ponderaciones cualitativas obtenidas en base a la observación directa de los métodos de trabajo de cada individuo, de acuerdo con el criterio de Westinghouse para cada operador dentro de su sección correspondiente, lo cual permitió tener un factor de desempeño dentro de cada actividad que realiza. Las tablas de valorización para cada sección del área operativa se dan a conocer en el anexo 8.

De acuerdo con el criterio de las OIT se obtuvieron los siguientes suplementos que se muestran en la tabla 31, mediante la evaluación de todas las condiciones constantes y variables.

**Tabla 31.** Resumen de los suplementos obtenidos para cada sección de acuerdo con el género del operario

Sección	Suplementos	
	Hombre	Mujer
Trazo	-	13%
Corte	14%	-
Bodega de Insumos	14%	-
Confección	-	17%
Atraque y pulido	14%	17%
Control de calidad	-	17%
Empaque	-	17%
Bodega de producto terminado	-	17%

El detalle de todos los suplementos para cada sección del área operativa se muestra en el anexo 9.

**Tabla 32.** Resumen de los tiempos de ciclo para cada operación dentro de cada sección

ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA: MICAELA BALANCE)				
Nº	Sección / Proceso	TC (seg)	TC (min)	TC (hh:mm:ss)
1	Trazo (Generación de trazo impreso y orden de corte)	137,76	2,30	0:02:18
2	Corte (Corte de piezas)	84,40	1,41	0:01:24
3	Bodega de insumos (Abastecimiento de insumos)	74,67	1,24	0:01:15
4	Confección (Confección de prenda)	1126,69	18,78	0:18:47
5	Atraque y pulido (Atraque y pulido de prenda)	411,50	6,86	0:06:52
6	Control de calidad (Control de calidad)	160,49	2,67	0:02:40
7	Empaque (Empaque de prenda)	108,02	1,80	0:01:48
8	Bodega de producto terminado (Despachos)	70,57	1,18	0:01:11

En la tabla 32 se da a conocer de manera resumida los tiempos de ciclo finales obtenidos para cada operación luego de realizado el estudio de tiempos, en tres formatos diferentes (segundos, minutos, hora: minuto: segundos), que permite tener una mejor percepción del tiempo empleado para cada operación.

El detalle de los valores de todos los tiempos estándar para cada actividad llevada a cabo dentro de cada sección del área operativa se muestra en el anexo 10

Para el cálculo del Takt Time es necesario conocer el tiempo disponible y el dato de la demanda diaria indistintamente de la referencia requerida en el mercado, de esta manera, para saber si el proceso es capaz de cumplir con la demanda se consideran todos los recursos disponibles en cuanto a mano de obra, en la tabla 33 se presenta un resumen de los tiempos de ciclo en minutos por cada proceso y el número de operarios que intervienen.

**Tabla 33.** Tiempo de ciclo de cada proceso y número de trabajadores empleados

Proceso	Número de operarios	Tiempo de ciclo (min)
Trazo	1	2,30
Corte	1	1,41
Abastecimiento de insumos	1	1,24
Confección	7	18,78
Atraque y pulido	3	6,86
Control de calidad	1	2,67
Empaque	1	1,80
Despacho	1	1,18

Posteriormente se calculó los “minutos/hombre” o en este caso “minutos/ operador” para tener un enfoque más real del proceso, para el área de confección y el área de atraque y pulido dado que es en esta sección específicamente donde se cuenta con más de un trabajador ya que en la organización se trabaja en celdas de manufactura teniendo dos módulos de confección, con 4 y 3 operarios respectivamente, aproximándose a un sistema esbelto.



**Tabla 34.** Tiempo de ciclo en las secciones de confección, atraque y pulido considerando el número de operadores

Tiempo de ciclo por operador en la sección de confección	Tiempo de ciclo por operador en la sección de atraque y pulido
$\frac{TC_{CN}}{\text{operador}} = \frac{18,78 \text{ min}}{7 \text{ operarios}}$	$\frac{TC_{AP}}{\text{operador}} = \frac{6,86 \text{ min}}{3 \text{ operarios}}$
$\frac{TC_{CN}}{\text{operador}} = 2,68 \frac{\text{min}}{\text{operador}}$	$\frac{TC_{AP}}{\text{operador}} = 2,29 \frac{\text{min}}{\text{operador}}$
$TC_{CN}$ = Tiempo de ciclo en la sección de confección $TC_{AP}$ = Tiempo de ciclo en la sección de atraque y pulido	

Para el diseño del VSM actual se emplearán los tiempos de ciclo anteriores dado que esta herramienta de diagnóstico permite conocer cómo se comporta el proceso realmente, por lo cual en la siguiente tabla se muestran los tiempos de ciclo finales


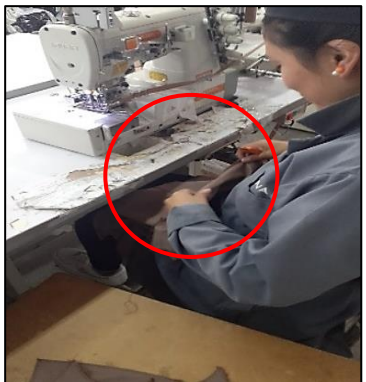
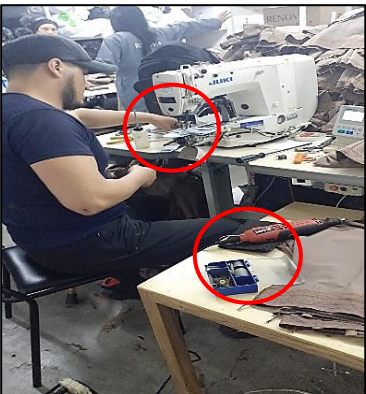
**Tabla 35.** Tiempos de ciclo empleados en el VSM actual con sus capacidades de producción.

N°	Sección / Proceso	TC (min)	Cp (prendas/día)
1	Trazo (Generación de trazo impreso y orden de corte)	2,30	204
2	Corte (Corte de piezas)	1,41	333
3	Bodega de insumos (Abastecimiento de insumos)	1,24	379
4	Confección (Confección de prenda)	2,68	175
5	Atraque y pulido (Atraque y pulido de prenda)	2,29	205
6	Control de calidad (Control de calidad)	2,67	176
7	Empaque (Empaque de prenda)	1,80	261
8	Bodega de producto terminado (Despachos)	1,18	398



### 3.1.10 Desperdicios de Lean Manufacturing identificados en el proceso productivo

Una vez analizadas las operaciones que se ejecutan para la obtención de las distintas referencias, se pudo observar que el proceso se ve afectado por algunos desperdicios que provocan tiempos improductivos que a su vez da lugar una serie de inconvenientes como retrasos tanto en la planificación de la producción como en la entrega de las prendas hacia los clientes internos y externos, estos desperdicios se especifican a continuación en la tabla 36, con la justificación y la respectiva evidencia fotográfica.

**Tabla 36.** Desperdicios de Lean Manufacturing identificados en la empresa RENOVA

N°	Desperdicio	Justificación	Ilustración
1	<b>Defectos</b>	Este desperdicio es el que mayor predomina dentro del proceso productivo y es originado en su mayor parte en la sección de confección de prendas, y se da debido a causas humanas y por maquinaria. En la figura 22 se observa un defecto de un short que presenta una costura floja en la parte baja del glúteo.	 <p data-bbox="1050 723 1321 757"><b>Figura 22.</b> Costura floja.</p>
2	<b>Reprocesos</b>	Los reprocesos son el resultado de los defectos generados en el proceso productivo y en su mayor parte los defectos vienen dados por: costuras desviadas, salto de puntada, costuras desmontadas, manchas en la tela, costuras flojas, etc, lo que genera atraso en las operarias de confección y restringen el proceso en atraque, pulido y control de calidad.	 <p data-bbox="1002 1249 1369 1305"><b>Figura 23.</b> Reproceso por costura floja.</p>
3	<b>Esperas</b>	Las esperas se dan por múltiples causas, una de ellas es el paro de máquina, lo cual restringe el proceso para las siguientes operaciones, los paros de mayor afección se han dado en la sección de atraque dado que impide ejecutar la siguiente operación correspondiente al control de calidad y empaque causando esperas en BPT y, por consiguiente, retrasos en la entrega de los productos al cliente final.	 <p data-bbox="1034 1865 1337 1944"><b>Figura 24.</b> Espera por mantenimiento correctivo de atracadora.</p>

**Tabla 36.** Desperdicios de Lean Manufacturing identificados en la empresa RENOVA ( continuación 1)

N°	Desperdicio	Justificación	Ilustración
4	<b>Movimientos innecesarios</b>	La mayor parte de movimientos innecesarios se dan por la búsqueda de herramientas y componentes, también se da a causa de “no tener almacenado lo necesario en el punto de uso”, lo que da lugar a que los operarios de bodega, atraque y calidad realicen muchos movimientos durante la jornada.	 <p data-bbox="999 725 1372 786"><b>Figura 25.</b> Operario de atraque en búsqueda de hilos.</p>
5	<b>Inventario en proceso</b>	Los tiempos estándar de una referencia a otra varían, por lo cual pese a que esta operación requiere menos tiempo en comparación a confección hay que considerar que en esta área trabajan 3 operadores y en esta sección se origina un WIP de 189 prendas en promedio al final de la jornada que provienen de los dos módulos de manufactura cuya capacidad de producción es mayor a la de atraque y pulido	 <p data-bbox="999 1279 1372 1339"><b>Figura 26.</b> Inventario en proceso en la sección de atraque.</p>

### 3.1.11 Trazo del VSM actual para identificación de desperdicios

El diseño del VSM actual es una de las herramientas de diagnóstico de Lean Manufacturing, lo cual permite tener un enfoque general de los procesos como lo muestra la figura 27 y fue realizado a partir del análisis de cada una de las operaciones que conforman el proceso productivo para la obtención del producto final que en este caso fue la referencia MICAELA BALANCE (0112018) que resultó ser la prenda de mayor rentabilidad de acuerdo con el ABC realizado, y representa a todas las prendas que se fabrican en la organización, por lo cual se consideró los tiempos de ciclo de la referencia en mención.

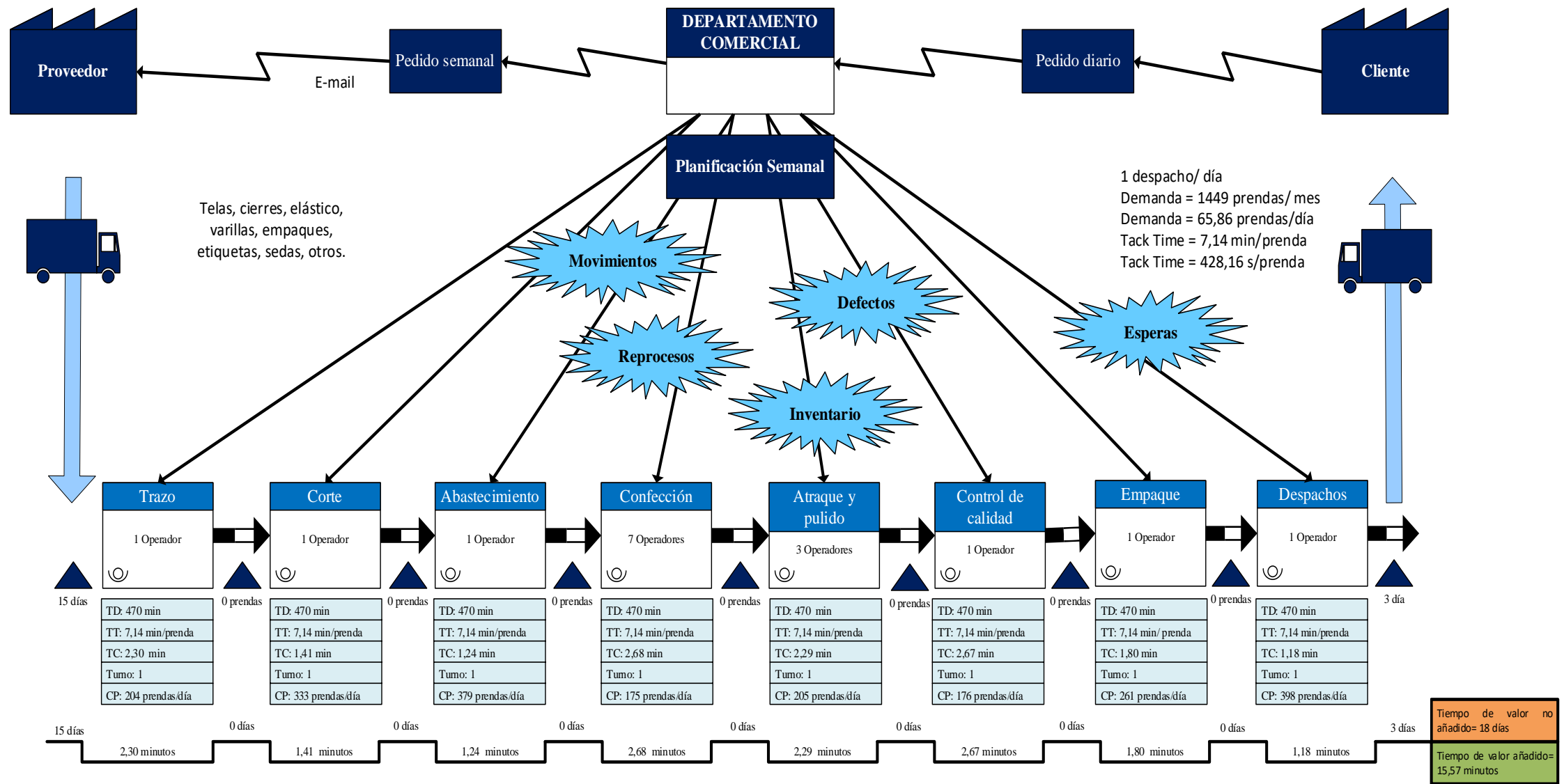


Figura 27. VSM actual

## **Análisis del VSM actual**

En la figura 27 se da a conocer el diseño del VSM actual mismo que se lo desarrolló mediante el software Microsoft Visio por su factibilidad de diagramación y por contener los elementos necesarios para realizar el diseño, y esta herramienta se constituye como el punto de partida para la toma de decisiones futuras, de esta manera se parte de la información general de la empresa, como es el tiempo de entrega de insumos desde la solicitud hasta la recepción en la fábrica que es de 15 días, así como también el tiempo que tarda en entregarse un pedido que de acuerdo a las políticas de Servientrega, el máximo tiempo que tarda un cliente ya sea interno o externo en recibir su pedido es de 3 días lo cual genera un Lead Time o tiempo de valor no añadido de 18 días.

Por otro lado, se tiene un tiempo de valor añadido de 15,57 minutos obtenido de la suma de los tiempos de ciclo de cada proceso.

Para calcular el Takt Time o ritmo de producción se debe conocer el tiempo disponible, y en este caso se sabe que la organización trabaja un solo turno con un horario de 08h00-17h00, de lo cual se asigna una hora para el almuerzo y se tiene un descanso en la mañana de 10 minutos, tiempo en el que realizan pausas activas o se sirven un refrigerio, teniendo finalmente un tiempo disponible en el día de 470 minutos, luego se procedió a conocer el dato de la demanda diaria a partir del histórico de ventas del año 2022 hasta el mes de octubre de todas las prendas, para lo cual se tomó la información de la tabla 15 empleada para el análisis ABC, y se continuó con el cálculo de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \textit{Demanda diaria} &= \frac{\textit{Demanda mensual}}{\textit{Días trabajados}} \\ \textit{Demanda diaria} &= \frac{14491 \textit{ prendas}}{10 \textit{ meses}} \\ &= \frac{22 \frac{\textit{días}}{\textit{mes}}}{\textit{mes}} \\ \textit{Demanda diaria} &= 65,86 \frac{\textit{prendas}}{\textit{día}} \end{aligned}$$

Haciendo uso de los datos anteriores de tiempo disponible y demanda diaria, se procedió a calcular el Takt Time mediante la siguiente fórmula:

$$TT = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda}}$$

$$TT = \frac{470 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{65,86 \frac{\text{prendas}}{\text{día}}}$$

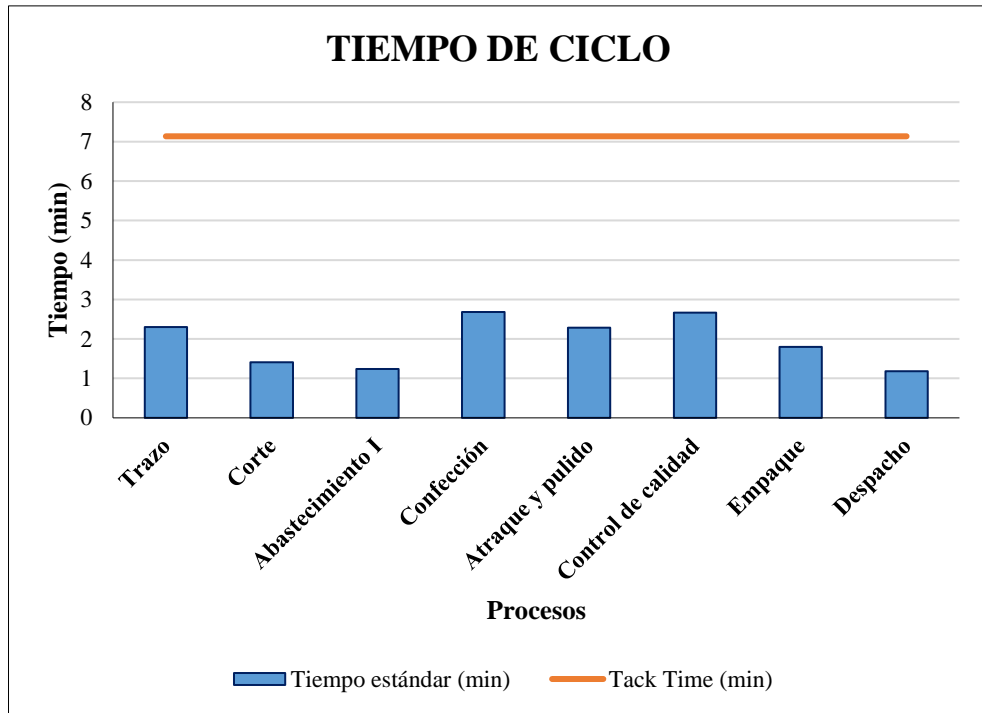
$$TT = 7,14 \frac{\text{minutos}}{\text{prenda}}$$

A continuación, en la tabla 37 se añade el Takt Time que marca el ritmo al que el mercado demanda el producto, con el fin de determinar si existe un cuello de botella en el proceso que impida cumplir con la demanda, o, por el contrario, si el proceso es capaz.

**Tabla 37.** Tiempo estándar de operación vs Takt Time

Proceso	Tiempo de ciclo (min)	Takt Time (min)
Trazo	2,30	7,14
Corte	1,41	7,14
Abastecimiento de insumos	1,24	7,14
Confección	2,68	7,14
Atraque y pulido	2,29	7,14
Control de calidad	2,67	7,14
Empaque	1,80	7,14
Despacho	1,18	7,14

De los datos presentados anteriormente, se obtiene la siguiente gráfica en donde se puede observar cada proceso con su respectivo tiempo de ciclo, además se añade una línea objetivo de color naranja que corresponde al dato del “Takt Time” de 7,14 minutos/prenda, que indica el tiempo máximo que puede tardarse el proceso para satisfacer la demanda, de esta manera cualquier proceso u operación que supere la línea se constituye como el cuello de botella y las operaciones siguientes estarían restringidas lo que originaría grandes esperas, sin embargo, en el caso de estudio, las cargas de la línea de producción se encuentran balanceadas, como se puede observar en la figura 28.



**Figura 28.** Tiempo de ciclo de proceso vs Takt Time

En el VSM actual también constan las explosiones Kaizen y dentro de ellas se citan los desperdicios de Lean Manufacturing encontrados en el proceso productivo que fueron: defectos, reprocesos, movimientos innecesarios, esperas e inventario en proceso, en las secciones de corte, confección, atraque y pulido, calidad, bodega de insumos y bodega de producto terminado, los cuales se analizaron a mayor profundidad mediante el registro y tratamiento de datos.


De acuerdo a la información plasmada se puede observar que los procesos que requieren un mayor tiempo de operación son confección y control de calidad con 2,68 minutos y 2,67 minutos respectivamente, sin embargo, mediante la observación directa se pudo evidenciar una gran cantidad de inventario en proceso en la sección de atraque y pulido que se da debido a que la empresa trabaja con una maquila la cual confecciona grandes lotes de prendas que son entregadas semanalmente, las cuales ingresan directamente al proceso de atraque y pulido y esta restringe las demás operaciones de calidad, empaque y despachos, teniendo como consecuencia entregas tardías hacia clientes tanto internos como externos.

### 3.1.12 Cuantificación de desperdicios

#### 3.1.12.1 Defectos

Los datos se obtuvieron de la información de las órdenes de producción en donde se lleva un registro de los defectos en cada lote producido, de esta manera se tiene una mayor veracidad en los datos recogidos, se consideró dos meses (octubre-noviembre), por lo cual los 27 primeros lotes corresponden al mes de octubre y a partir del lote 28 en adelante son los lotes producidos en el mes de noviembre como se muestra a continuación en la tabla 38.

**Tabla 38.** Cuantificación de defectos en el proceso productivo octubre-noviembre

		<b>HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LAS PRENDAS EN LA SECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EMPRESA RENOVA</b>					
		<b>Periodo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Origen de la falla</b>	
<b>Falla humana</b>	<b>Falla de máquina</b>						
Sep-Oct	Rose Reafirm ante	Falla de costura	20	16	4	Costura sobre montada	Lote 1
Sep-Oct	Beaute pinzas USA	Falla de encaje	1		1	Falla de insumo (encaje)	Lote 2
Sep-Oct		Falla de gafete	1	1		Mal sujetado	
Sep-Oct		Falla de sesgo	3	1	2	Gafete lastimado, salto de puntada	
Sep-Oct		Falla de gafete	2	1	1	Falla de insumo, salto de puntada	
Sep-Oct		Falla de embolsado	1	1		Abertura	
Sep-Oct		Falla de embolsado	2	2		Abertura	
Sep-Oct		Elisse pinzas	Falla de remate	1	1		
Sep-Oct	Falla de embolsado		1	1		Costura floja	
Sep-Oct	Falla de sesgo		2	2		Mal sujetado	
Sep-Oct	Falla de gafete		2	1	1	Ajustado, desnivelado	
Sep-Oct	Falla de recta		2	2		Mal sujetado	



**Tabla 38.** Cuantificación de defectos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 1)

Periodo	Modelo	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de la falla		Observaciones	Lotes
				Falla humana	Falla de máquina		
Sep-Oct	Divina Strapless	Sin falla	0			Ninguna	Lote 4
Sep-Oct	Rose Reafirmante	Falla de recta	9		9	Salto de puntada	Lote 5
Sep-Oct	Faja cachetero o cierre al costado	Falla de unidora	10	3	7	Costura desviada, salto de puntada	Lote 6
Sep-Oct		Falla de atraque	8		8	No atracado	
Sep-Oct	Maravillosa	Falla de unidora	13		13	Salto de puntada	Lote 7
Sep-Oct		Falla de triple	14	2	12	Ajustado	
Sep-Oct		Macha de grasa	1	1		Mancha de grasa	
Sep-Oct		Falla de unidora	11	3	8	Costura sobre montada	
Sep-Oct		Falla de sesgo	4	4		Cogido en tela	
Sep-Oct	Panty corte limpio	Falla de unidora	10	8	2	Mala costura de encaje	Lote 8
Sep-Oct	Rose reafirmante	Falla de recta	4	4		Mal rematado encaje	Lote 9
Sep-Oct		Falla de costura	87	70	17	Costura desviada	
Sep-Oct	Rose Reafirmante	Falla de costura	79	59	20	Costura floja	Lote 10
Sep-Oct	Coqueta Jade	Sin falla	0			Ninguna	Lote 11
Sep-Oct	Caroline	Falla de unidora	3	2	1	Costura sobre montada	Lote 12
Sep-Oct		Falla de sesgo	4		4	Salto de puntada	
Sep-Oct		Falla de recta	3	3		Mal sujetado	
Sep-Oct	Zeus	Falla de unidora	12	8	4	Mal cerrado	Lote 13
Sep-Oct	Margarita	Falla de unidora	5		5	Salto de puntada	Lote 14
Sep-Oct	Margarita	Falla de unidora	1	1		Se va la puntada	Lote 15
Sep-Oct		Falla de sesgo	4	3	1	Arrugado	
Sep-Oct		Manchas en la tela	2	2		Puntos blancos en la tela	
Sep-Oct	Divina	Falla de fundillo	6	6		Mal sujetado	Lote 16
Sep-Oct		Manchas en la tela	2		2	Mancha de grasa	
Sep-Oct		Falla de embolsado	1	1		Abertura	

**Tabla 38.** Cuantificación de defectos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 2)

Periodo	Modelo	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de la falla		Observaciones	Lotes
				Falla humana	Falla de máquina		
Sep-Oct	Rose reafirmante	Falla de unidora	6		6	Salto de puntada	Lote 17
Sep-Oct		Falla de recta	4	3	1	Mal sujetado	
Sep-Oct		Falla de costura	1	1		Se rompen las costuras	
Sep-Oct	Divina	Falla de embolsado	3	3		Costura floja	Lote 18
Sep-Oct		Falla de fundillo	2		2	Hueco en el fundillo	
Sep-Oct	Rose Reafirmante	Falla de overlock	4	4		Costuras incorrectas en encaje	Lote 19
Sep-Oct		Falla de unidora	7		7	Salto de puntada	
Sep-Oct	Mentonera facial	Falla de overlock	6	4	2	Costura incorrecta	Lote 20
Sep-Oct	Faja Strapless cierre central	Falla de cubre varilla	1	1		Costura desviada	Lote 21
Sep-Oct		Falla de unidora	5		5	Salto de puntada	
Sep-Oct		Falla de cierre	11	8	3	Sin remate	
Sep-Oct	Beaute	Falla de sesgo	7	7		No ajusta bien	Lote 22
Sep-Oct		Falla de gafete	1		1	Falla de insumo	
Sep-Oct	Faja cachetero con costuras frontales	Falla de overlock	21		21	Salto de puntada	Lote 23
Sep-Oct		Falla de sesgo	12	9	3	Mal sujetado	
Sep-Oct		Falla de recta	2		2	Sin remate	
Sep-Oct		Falla de triple	1		1	Ajustado	
Sep-Oct	Coqueta jade	Falla de gafete	6		6	Dientes de maquina lastima gafete	Lote 24
Sep-Oct		Falla de cubre varilla	2		2	Salto de puntada	
Sep-Oct	Elisse	Falla de overlock en gafete + cierre	3	3		No pasado	Lote 25
Sep-Oct		Falla de unidora	11	5	6	Desnivelado, salto de puntada	
Sep-Oct		Falla de recta	2	0	2	Mal sujetado	
Sep-Oct		Falla de sesgo	2		2	Mal sujetado	
Sep-Oct		Falla de unidora	2		2	Salto de puntada	
Sep-Oct	Micaela invisible	Falla de unidora	1	1		Falla de embolsado	Lote 26
Sep-Oct		Falla de encaje	7	6	1	Costura desviada, Salto de puntada	

**Tabla 38.** Cuantificación de defectos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 3)

Periodo	Modelo	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de la falla		Observaciones	Lotes
				Falla humana	Falla de máquina		
Sep-Oct	Beaute pinzas	Falla de unidora	2		2	Salto de puntada	Lote 27
Sep-Oct	USA	Falla de sesgo	6	6		Mal sujetado	
Oct-Nov	Elisse	Falla de unidora	10	4	6	Mal sujetado	Lote 28
Oct-Nov		Falla de triple	3		3	Abertura	
Oct-Nov	Divina	Falla de atraque	6		6	Salto de puntada	Lote 29
Oct-Nov	Faja	Falla de cubre varilla	1		1	Costura desviada	Lote 30
Oct-Nov	Straples	Falla de unidora	1		1	Salto de puntada	
Oct-Nov	s cierre central	Falla de encaje	2		2	Salto de puntada	
Oct-Nov	Elisse	Falla de unidora	10		10	Salto de puntada	Lote 31
Oct-Nov		Falla de sesgo	3		3	Mal sujetado	
Oct-Nov	Divina	Fallas de atraque	6	4	2	Prendas sin atracar	Lote 32
Oct-Nov	Faja	Falla de overlock	1		1	Costura floja	Lote 33
Oct-Nov	Straples	Falla de recta	1		1	Sin remate	
Oct-Nov	s cierre central	Falla de cubre varilla	2	2		Costura desviada	
Oct-Nov	Micaela	Falla de overlock	1	1		Deshilada en el glúteo	Lote 34
Oct-Nov		Falla de unidora	2		2	Salto de puntada	
Oct-Nov		Falla de cierre	1		1	Mal sujetado	
Oct-Nov	Rose Reafirm ante	Falla de recta	6	6		Mal colocado insumo	Lote 35
Oct-Nov	Falla cachetero	Falla de unidora	2	1	1	Costura desviada, salto de puntada	Lote 36
Oct-Nov	Divina Straples	Falla de varilla	1		1	Sin remate	Lote 37
Oct-Nov		Tela sucia	4	4		Mancha de grasa	
Oct-Nov		Falla de medida	1	1		Medida incorrecta	
Oct-Nov	Beaute	Falla de unidora	2		2	Salto de puntada	Lote 38
Oct-Nov		Falla de recta	2	2		Mal rematado gafete	
Oct-Nov		Falla de encaje	3		3	Salto de puntada	
Oct-Nov	Victoria	Falla de unidora	2		2	Salto de puntada	Lote 39

**Tabla 38.** Cuantificación de defectos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 4)

Periodo	Modelo	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de la falla		Observaciones	Lotes
				Falla humana	Falla de máquina		
Oct-Nov	Victoria	Falla de pegado de mangas	4	4		Mal sujetado	Lote 39
Oct-Nov		Falla de arma. mangas	1	1		Pinzas	
Oct-Nov		Falla de sesgo	5		5	Salto de puntada	
Oct-Nov	Body lipofaja cierre frontal	Falla de cierre	1	1		No sujeta bien la costura al cierre	Lote 40
Oct-Nov		Falla de unidora	9	5	4	Mal sujetado encaje	
Oct-Nov	Body lipofaja cierre frontal	Falla de recta	8	6	2	Abertura, salto de puntada	Lote 40
Oct-Nov		Falla de atraque	1	1		Sin atracar	
Oct-Nov		Falla de sesgo	1	1		Manchas de grasa	
Oct-Nov	Faja espalda alta media pierna	Falla de overlock	1	1		Mal sujetado	Lote 41
Oct-Nov		Falla unidora	3	3		Mal cerrado	
Oct-Nov	Nathalie	Falla de unidora	1	1		Costura desviada	Lote 42
Oct-Nov		Falla de recta	6	3	3	Sin remate	
Oct-Nov		tela sucia	1	1		Mancha de grasa	
Oct-Nov	Beaute	Falla de unidora	1	1		Costura floja	Lote 43
Oct-Nov		Falla de sesgo	3	2	1	No colocado el sesgo y salto de puntada	
Oct-Nov	Liliana	Falla de overlock	5	3	2	Salto de puntada	Lote 44
Oct-Nov		Falla de unidora	2		2	Salto de puntada	
Oct-Nov		Falla de recta	5	5		Sin remate	
Oct-Nov		Falla de triple	1		1	Ajustado	
Oct-Nov		Falla de sesgo	8	5	3	Sin rematar, salto de puntada	
Oct-Nov		Falla de overlock	1	1		Costura desviada	
Total			<b>610</b>				

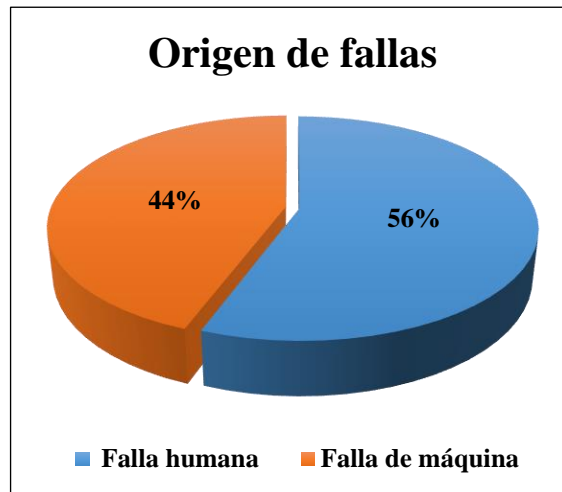
Como se puede ver en la tabla 38, de acuerdo con el registro de defectos de las órdenes de producción de los meses octubre-noviembre se tiene un total de 44 lotes, mismos que varían su tamaño de uno a otro, razón por la cual se analizó sobre la carta de control

a utilizar, dadas sus características, en este caso en una misma prenda puede existir uno o más defectos, y del mismo modo como ya mencionó, el tamaño de lote presenta la característica de ser variable.

En la tabla 39 se presenta la cantidad y porcentaje de fallas de acuerdo con el origen que las provoca, que en este caso se clasificó en dos grupos: fallas por causa humana y fallas por causa de máquina.

**Tabla 39.** Origen de fallas

Origen de fallas	Cantidad	Porcentaje
Falla humana	340	56%
Falla de máquina	270	44%
<b>Total</b>	<b>610</b>	<b>100%</b>



**Figura 29.** Origen de fallas en el proceso productivo de la empresa RENOVA

### **Análisis e interpretación sobre origen de fallas**

Como se puede observar en la figura 29, de los datos recopilados durante el periodo de dos meses el factor humano tiene mayor incidencia en el origen de las fallas con un 56%, sin embargo, las fallas por máquina de igual manera presentan un alto índice de defectos con un 44%, lo que suma una cantidad total de 610 defectos, lo cual se constituye en una de las causas de la aparición de los otros desperdicios de Lean Manufacturing identificados en el estudio como son los reprocesos, inventario en proceso y esperas.

### **Carta de control tipo U para número promedio de defectos por unidad**

Para poder analizar a mayor profundidad sobre los defectos se construyó una carta de control para atributos tipo U que se utiliza cuando se quiere monitorear una variable con distribución Poisson (distribución empleada para calcular probabilidades de que ocurra un evento en un periodo concreto), y cuando el tamaño de subgrupo no es constante. En ella se analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del total de defectos en el subgrupo.

De este modo por cada subgrupo se tiene:

$$U_i = \frac{C_i}{n_i}$$

**Donde:**

$C_i$  = Cantidad de defectos en el subgrupo i

$n_i$  = Tamaño del subgrupo i

Para calcular los límites es necesario estimar la media y la desviación estándar del estadístico  $U_i$  que, en el supuesto de que  $c_i$  sigue una distribución Poisson, resultan ser:

$$\bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}}$$

$$\theta_{ui} = \sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$$

**Donde:**

$n$  = tamaño de subgrupo

De esta manera los límites de control en la carta u vienen dados por la siguiente expresión:

$$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{u}$$

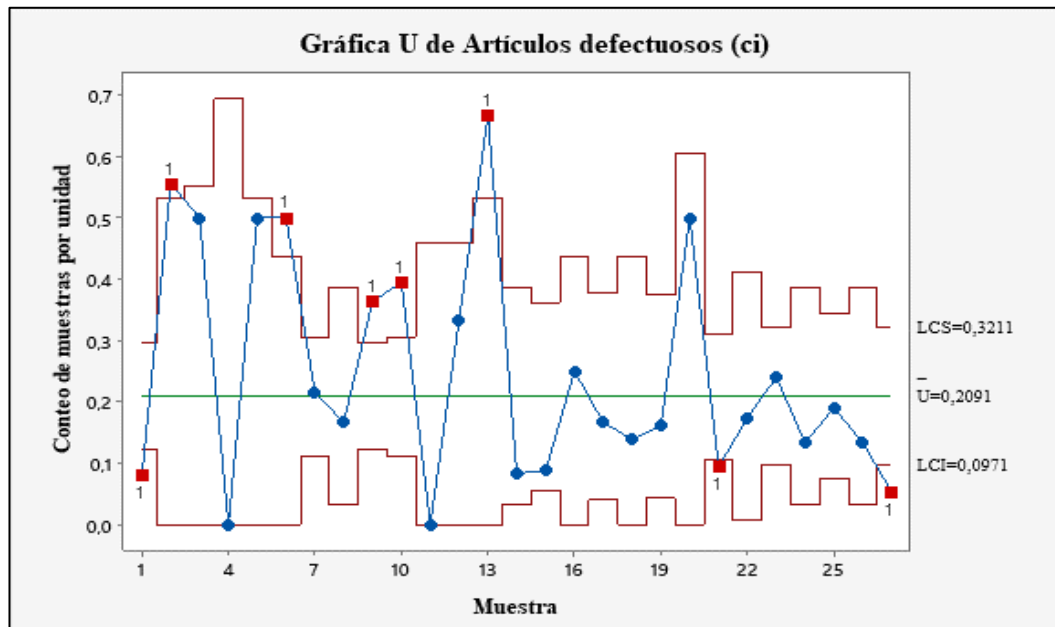
$$LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Para el presente caso de estudio al tener lotes variables se realizó una carta con límites variables, donde, para cada subgrupo se calcularon sus límites en función del tamaño de subgrupo n como lo muestran las figuras 37 y 38, de los dos meses de análisis.

**Tabla 40.** Cantidad promedio de defectos por subgrupo en el mes de octubre

CARTA U PARA MEDICIÓN DE DEFECTOS POR UNIDAD						
Lote	Tamaño de lote (ni)	Defectos (ci)	Ui	LCS	LC	LCI
1	250	20	0,08	0,30	0,21	0,12
2	18	10	0,56	0,53	0,21	0,00
3	16	8	0,50	0,55	0,21	0,00
4	8	0	0,00	0,69	0,21	0,00
5	18	9	0,50	0,53	0,21	0,00
6	36	18	0,50	0,44	0,21	0,00
7	200	43	0,22	0,31	0,21	0,11
8	60	10	0,17	0,39	0,21	0,03
9	250	91	0,36	0,30	0,21	0,12
10	200	79	0,40	0,31	0,21	0,11
11	30	0	0,00	0,46	0,21	0,00
12	30	10	0,33	0,46	0,21	0,00
13	18	12	0,67	0,53	0,21	0,00
14	60	5	0,08	0,39	0,21	0,03
15	80	7	0,09	0,36	0,21	0,06
16	36	9	0,25	0,44	0,21	0,00
17	66	11	0,17	0,38	0,21	0,04
18	36	5	0,14	0,44	0,21	0,00
19	68	11	0,16	0,38	0,21	0,04
20	12	6	0,50	0,61	0,21	0,00
21	180	17	0,09	0,31	0,21	0,11
22	46	8	0,17	0,41	0,21	0,01
23	150	36	0,24	0,32	0,21	0,10
24	60	8	0,13	0,39	0,21	0,03
25	105	20	0,19	0,34	0,21	0,08
26	60	8	0,13	0,39	0,21	0,03
27	150	8	0,05	0,32	0,21	0,10
<b>Total</b>	<b>2243</b>	<b>469</b>				

En la figura 30 se observan los puntos obtenidos de cada uno de los subgrupos, con sus respectivos límites variables, la carta de control tipo U fue diseñada en el software Minitab, haciendo uso de sus funciones estadísticas de control que permite tener gráficos de mejor calidad y con cálculos precisos.



**Figura 30.** Gráfica de control tipo U en el mes de octubre

La gráfica de control anterior muestra que el promedio de defectos es de aproximadamente 21% por unidad, y se observan varios puntos fuera de control, por lo cual es necesario conocer qué tan inestable es el proceso.

### Índice de inestabilidad $S_t$

Este índice es de mucha utilidad al momento de medir que tan inestable es un proceso y se obtiene dividiendo el número de puntos especiales sobre el total de puntos graficados en la carta de control de la siguiente manera:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} \times 100$$

$$S_t = \frac{8}{27} \times 100$$

$$S_t = 29,63\%$$



De acuerdo con la gráfica de control obtenida se tiene una inestabilidad del 29,63 % dado a la existencia de 8 puntos especiales de los 27 graficados, este porcentaje de acuerdo con el libro Calidad total y productividad de Humberto Gutiérrez Pulido es un indicativo que estamos frente a un proceso altamente inestable y habrá que tomar medidas inmediatas para contrarrestar dicha variabilidad dado que supera el 10% que en teoría representa un proceso inestable, sin embargo, al tratarse de un análisis de defectos por unidad aquellos puntos que se encuentran fuera del límite inferior se los debería excluir dado que es un indicativo que en esa medición hubo un porcentaje menor de defectos, por lo cual calculando el nivel de inestabilidad excluyendo dichos puntos especiales que se sitúan por debajo de los límites inferiores se tiene:

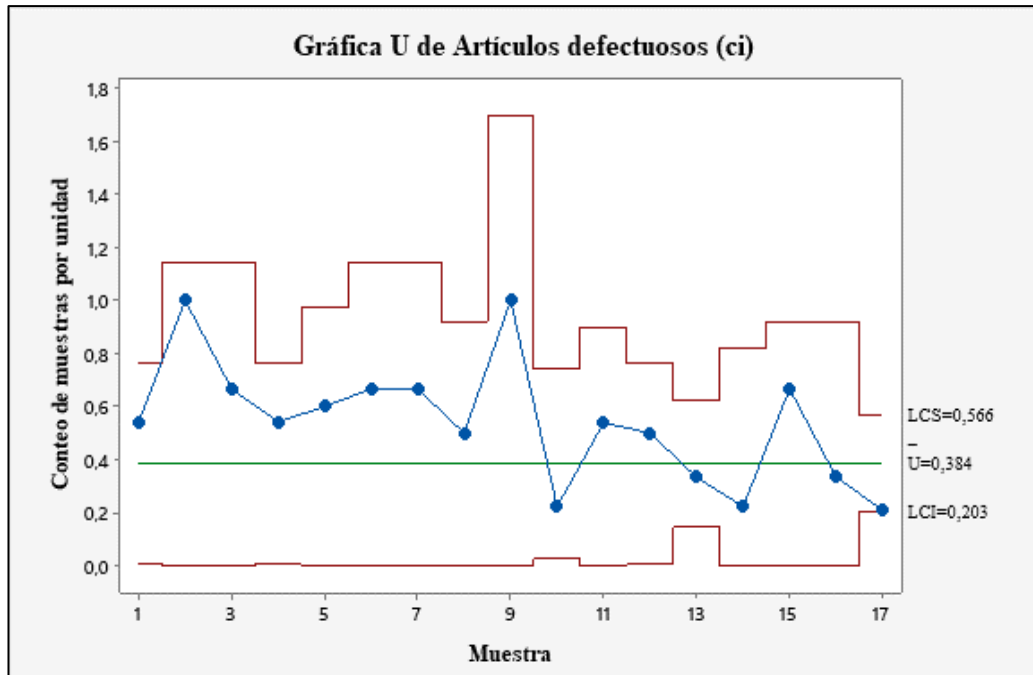
$$S_t = \frac{5}{27} \times 100$$

$$S_t = 18,51\%$$

A pesar de que se excluyan dichos puntos especiales se sigue evidenciando una gran variabilidad en el proceso por lo que se debería tomar las consideraciones respectivas para reducir el porcentaje de defectos.

**Tabla 41.** Cantidad promedio de defectos por subgrupo en el mes de noviembre

CARTA U PARA MEDICIÓN DE DEFECTOS POR UNIDAD						
Lote	Tamaño de lote (ni)	Defectos (ci)	U <sub>i</sub>	LCS	LC	LCI
28	24	13	0,54	0,76	0,38	0,00
29	6	6	1,00	1,14	0,38	0,00
30	6	4	0,67	1,14	0,38	0,00
31	24	13	0,54	0,76	0,38	0,00
32	10	6	0,60	0,97	0,38	0,00
33	6	4	0,67	1,14	0,38	0,00
34	6	4	0,67	1,14	0,38	0,00
35	12	6	0,50	0,92	0,38	0,00
36	2	2	1,00	1,70	0,38	0,00
37	27	6	0,22	0,74	0,38	0,03
38	13	7	0,54	0,90	0,38	0,00
39	24	12	0,50	0,76	0,38	0,00
40	60	20	0,33	0,62	0,38	0,14
41	18	4	0,22	0,82	0,38	0,00
42	12	8	0,67	0,92	0,38	0,00
43	12	4	0,33	0,92	0,38	0,00
44	105	22	0,21	0,57	0,38	0,20
<b>Total</b>	<b>367</b>	<b>141</b>				



**Figura 31.** Gráfica de control tipo U en el mes de noviembre

De acuerdo con el gráfico de control anterior correspondiente al periodo de octubre-noviembre, se tiene un porcentaje promedio de defectos de 38,4% por cada unidad que es mayor que en el mes de octubre, razón por la cual los límites tanto inferior como superior son más lejanos y permite que el proceso gráficamente sea estable dado que no existen puntos fuera de los límites, sin embargo al presentar una mayor cantidad de defectos habría que analizar aquellos puntos que se aproximan a los límites superiores, dado que con el tiempo pueden constituirse como puntos especiales si no se toman las medidas adecuadas en el proceso.


### **Interpretación de las cartas de control tipo U y causas de inestabilidad**

Dentro de los distintos patrones que permiten realizar una correcta interpretación de la manera en que se comportan los datos en las cartas de control, el patrón que mejor se ajusta a la realidad actual es el de ciclos recurrentes (periodicidad) que consiste en un flujo de puntos que tienden a crecer y luego presenta un flujo similar de forma descendente, por lo cual algunas de las causas se deben a cambios periódicos en el ambiente o fatiga en los trabajadores, lo que hace que el proceso sea inestable.

### 3.1.12.2 Reprocesos

Otro de los desperdicios que se identificó fue el reprocesamiento, consecuencia de la cantidad de defectos que se generan, cuyo periodo de estudio fue octubre-noviembre para lo cual, se tomaron los tiempos promedio de reprocesamiento y se analizó el tiempo de reprocesamiento, las causas y la maquinaria empleada para dicha operación como se muestra a continuación en la tabla 42, que permitió tener un mejor enfoque de la problemática y realizar un análisis más profundo sobre el origen de las fallas y las máquinas empleadas para cada tipo de reproceso.

**Tabla 42.** Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo octubre-noviembre

		<b>REPROCESOS A CAUSA DE LOS DEFECTOS PRESENTES EN EL PROCESO PRODUCTIVO</b>				
Modelo	Máquina empleada	Cantidad	Tiempo en reproceso promedio por unidad (segundos)	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (minutos)	Causa
Rose Reafirmante	Máquina overlock	20	148,00	2960,00	49,33	Costura sobre montada
Beaute pinzas USA	Máquina unidora	1	175,00	175,00	2,92	Falla de insumo (encaje)
	Máquina triple	1	140,00	140,00	2,33	Mal sujetado
	Máquina recubridora	3	163,00	489,00	8,15	Salto de puntada, gafete lastimado
	Máquina recubridora	2	163,00	326,00	5,43	Salto de puntada, falla de insumo
	Máquina overlock	1	122,00	122,00	2,03	Abertura
	Máquina overlock	2	122,00	244,00	4,07	Abertura
	Elisse pinzas	Máquina overlock	1	15,00	15,00	0,25
Máquina overlock		1	148,00	148,00	2,47	Costura floja
Máquina recubridora		2	163,00	326,00	5,43	Mal sujetado
Máquina recta		2	163,00	326,00	5,43	Ajustado, desnivelado

**Tabla 42.** Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 1)

Modelo	Máquina empleada	Cantidad	Tiempo en reproceso promedio por unidad (segundos)	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (minutos)	Causa
Elisse pinzas	Máquina recta	2	178,00	356,00	5,93	Mal sujetado
Rose Reafirmante	Máquina recta	9	225,00	2025,00	33,75	Salto de puntada
Faja cachetero cierre al costado	Máquina unidora	10	175,00	1750,00	29,17	Salto de puntada, costura desviada
	Atracadora	8	285,00	2280,00	38,00	No atracado, ajustado
Maravillosa	Máquina unidora	13	175,00	2275,00	37,92	Salto de puntada
	Máquina recta	14	248,00	3472,00	57,87	Ajustado
	Lavado manual de prenda	1	165,00	165,00	2,75	Mancha de grasa
	Máquina unidora	11	175,00	1925,00	32,08	Costura sobre montada
	Máquina recubridora	4	163,00	652,00	10,87	Cogido en tela
Panty corte limpio	Máquina unidora	10	175,00	1750,00	29,17	Mala costura de encaje
Rose reafirmante	Máquina recta	4	163,00	652,00	10,87	Mal rematado encaje
	Máquina overlock	87	148,00	12876,00	214,60	Costura desviada
Rose Reafirmante	Máquina overlock	79	198,00	15642,00	260,70	Costura floja
Caroline	Máquina unidora	3	175,00	525,00	8,75	Costura sobre montada
	Máquina recubridora	4	163,00	652,00	10,87	Salto de puntada
	Máquina recta	3	346,00	1038,00	17,30	Mal sujetado
Zeus	Máquina unidora	12	175,00	2100,00	35,00	Mal cerrado
Margarita	Máquina unidora	5	175,00	875,00	14,58	Salto de puntada
Margarita	Máquina unidora	1	175,00	175,00	2,92	Se va la puntada
	Máquina recubridora	4	163,00	652,00	10,87	Arrugado
	Lavado manual de prenda	2	145,00	290,00	4,83	Puntos blancos en la tela
Divina	Máquina overlock	6	148,00	888,00	14,80	Mal sujetado
	Lavado manual de prenda	2	145,00	290,00	4,83	Mancha de grasa

**Tabla 42.** Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 2)

Modelo	Máquina empleada	Cantidad	Tiempo en reproceso promedio por unidad (segundos)	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (minutos)	Causa
Divina	Máquina overlock	1	122,00	122,00	2,03	Abertura
Rose reafirmante	Máquina unidora	6	175,00	1050,00	17,50	Salto de puntada
	Máquina recta	4	169,00	676,00	11,27	Mal sujetado
	Máquina overlock	1	148,00	148,00	2,47	Se rompen las costuras
Divina	Máquina overlock	3	346,00	1038,00	17,30	Costura floja
	Máquina overlock	2	122,00	244,00	4,07	Hueco en el fundillo
Rose Reafirmante	Máquina overlock	4	148,00	592,00	9,87	Costuras incorrectas en encaje
	Máquina unidora	7	175,00	1225,00	20,42	Salto de puntada
Mentonera facial	Máquina overlock	6	148,00	888,00	14,80	Costura incorrecta
Faja Strapless cierre central	Máquina recta	1	147,00	147,00	2,45	Costura desviada
	Máquina unidora	5	175,00	875,00	14,58	Salto de puntada
	Máquina recta	11	15,00	165,00	2,75	Sin remate
Beaute	Máquina recubridora	7	163,00	1141,00	19,02	No ajusta bien
	Máquina triple	1	225,00	225,00	3,75	Falla de insumo
Faja cachetero con costuras frontales	Máquina overlock	21	148,00	3108,00	51,80	Salto de puntada
	Máquina recubridora	12	163,00	1956,00	32,60	Mal sujetado
	Máquina recta	2	15,00	30,00	0,50	Sin remate
	Máquina recta	1	248,00	248,00	4,13	Ajustado
Coqueta jade	Máquina triple	6	225,00	1350,00	22,50	Dientes de maquina lastima gafete
	Máquina recta	2	320,00	640,00	10,67	Salto de puntada
Elisse	Máquina triple	3	225,00	675,00	11,25	No pasado
	Máquina unidora	11	175,00	1925,00	32,08	Salto de puntada desnivelado
	Máquina recta	2	163,00	326,00	5,43	Mal sujetado
	Máquina recubridora	2	163,00	326,00	5,43	Mal sujetado

**Tabla 42.** Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 3)

Modelo	Máquina empleada	Cantidad	Tiempo en reproceso promedio por unidad (segundos)	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (minutos)	Causa
Elisse	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada
Micaela invisible	Máquina unidora	1	175,00	175,00	2,92	Falla de embolsado
	Máquina unidora	7	175,00	1225,00	20,42	Salto de puntada
Beaute pinzas USA	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada
	Máquina recubridora	6	163,00	978,00	16,30	Mal sujetado
Elisse	Máquina unidora	10	175,00	2250,00	37,50	Mal sujetado
	Máquina triple	3	225,00	495,00	8,25	Abertura
Divina	Atracadora	6	165,00	1920,00	32,00	Salto de puntada
Faja Strapless cierre central	Máquina recta	1	320,00	175,00	2,92	Costura desviada
	Máquina unidora	1	175,00	175,00	2,92	Salto de puntada
	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada
Elisse	Máquina unidora	10	175,00	1630,00	27,17	Salto de puntada
	Máquina recubridora	3	163,00	594,00	9,90	Mal sujetado
Divina	Atracadora	6	198,00	888,00	14,80	Prendas sin atracar
Faja Strapless cierre central	Máquina overlock	1	148,00	15,00	0,25	Costura floja
	Máquina recta	1	15,00	285,00	4,75	Sin remate
	Máquina recta	2	285,00	296,00	4,93	Costura desviada
Micaela	Máquina overlock	1	148,00	175,00	2,92	Deshilada en el glúteo
	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada
	Máquina recta	1	225,00	225,00	3,75	Mal sujetado
Rose Reafirmante	Máquina recta	6	169,00	1014,00	16,90	Mal colocado insumo
Falla cachetero	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada, costura desviada
Divina Strapless	Atracadora	1	15,00	15,00	0,25	Sin remate
	Lavado manual de prenda	4	159,00	636,00	10,60	Mancha de grasa

**Tabla 42.** Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 4)

Modelo	Máquina empleada	Cantidad	Tiempo en reproceso promedio por unidad (segundos)	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (minutos)	Causa
Divina Strapless	Cortadora	1	248,00	248,00	4,13	Medida incorrecta
Beaute	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada + costura over visible
	Máquina recta	2	320,00	640,00	10,67	Mal rematado gafete
	Máquina unidora	3	175,00	525,00	8,75	Salto de puntada
Victoria	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada
	Máquina recta	4	163,00	652,00	10,87	Mal sujetado
	Máquina recubridora	1	163,00	163,00	2,72	Pinzas
	Máquina recubridora	5	163,00	815,00	13,58	Salto de puntada
Body lipofaja cierre frontal	Máquina recta	1	225,00	225,00	3,75	No sujeta bien la costura al cierre
	Máquina unidora	9	175,00	1575,00	26,25	Mal sujetado encaje
	Máquina recta	8	285,00	2280,00	38,00	Salto de puntada
	Atracadora	1	346,00	346,00	5,77	Sin atracar
	Máquina recubridora	1	163,00	163,00	2,72	Manchas de grasa
Faja espalda alta media pierna	Máquina overlock	1	148,00	148,00	2,47	Overlock visible
	Máquina unidora	3	175,00	525,00	8,75	Mal cerrado
Nathalie	Máquina unidora	1	175,00	175,00	2,92	Costura desviada
	Máquina recta	6	15,00	90,00	1,50	Sin remate
	Lavado manual de prenda	1	159,00	159,00	2,65	Mancha de grasa
Beaute	Máquina unidora	1	175,00	175,00	2,92	Costura floja
	Máquina recubridora	3	163,00	489,00	8,15	Salto y no colocado el sesgo
Liliana	Máquina recta	5	320,00	1600,00	26,67	Salto de puntada
	Máquina unidora	2	175,00	350,00	5,83	Salto de puntada
	Máquina recta	5	147,00	735,00	12,25	Sin remate

**Tabla 42.** Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo octubre-noviembre (continuación 5)

Modelo	Máquina empleada	Cantidad	Tiempo en reproceso promedio por unidad (segundos)	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (minutos)	Causa
Liliana	Máquina triple	1	225,00	225,00	3,75	Ajustado
	Máquina recubridora	8	163,00	1304,00	21,73	Salto de puntada
	Máquina overlock	1	148,00	148,00	2,47	Costura desviada
<b>Total</b>		<b>610</b>		<b>107067,00</b>	<b>1784,45</b>	

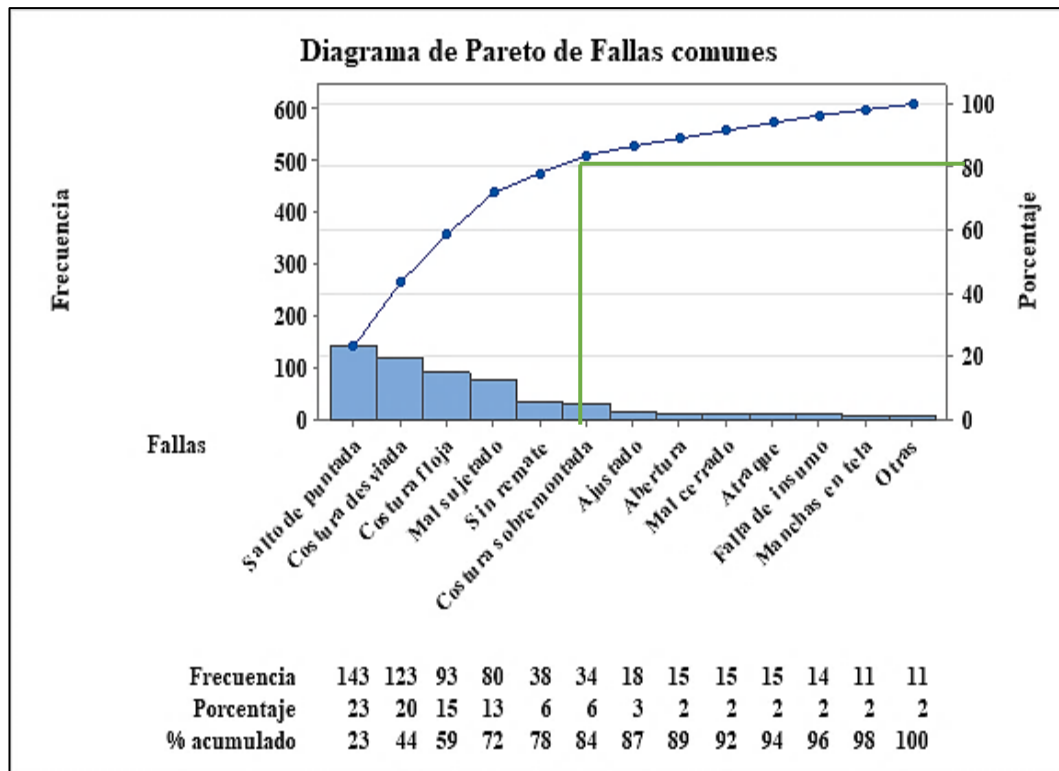
En la tabla 42 se da a conocer los tiempos promedio de reprocesos en formato de segundos y minutos con la cantidad o frecuencia en que ocurre la falla, para poder posteriormente determinar el tiempo total que se empleó durante el periodo de dos meses y calcular la pérdida en valores monetarios a través de un análisis de costos.

En la tabla 43 se realiza un desglose de la información anterior, clasificando las fallas más comunes que se dan en el proceso productivo que generan reprocesos, teniendo un porcentaje acumulado que permite realizar el trazo de un Diagrama de Pareto como se muestra en la figura 32.

**Tabla 43.** Porcentaje y porcentaje acumulado de las fallas más comunes presentes en el proceso productivo.

N°	Fallas comunes	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Salto de puntada	143	23,44%	23,44%
2	Costura desviada	123	20,16%	43,61%
3	Costura floja	93	15,25%	58,85%
4	Mal sujetado	80	13,11%	71,97%
5	Sin remate o remate débil	38	6,23%	78,20%
6	Costura sobre montada	34	5,57%	83,77%
7	Mal ajustado	18	2,95%	86,72%
8	Abertura	15	2,46%	89,18%
9	Prendas sin atracar	15	2,46%	91,64%
10	Mal cerrado	15	2,46%	94,10%
11	Falla de insumo	14	2,30%	96,39%
12	Manchas en tela (grasa, otros)	11	1,80%	98,20%
13	Otras	11	1,80%	100,00%
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>		





**Figura 32.** Diagrama de Pareto de fallas comunes ocurridas en el proceso productivo.

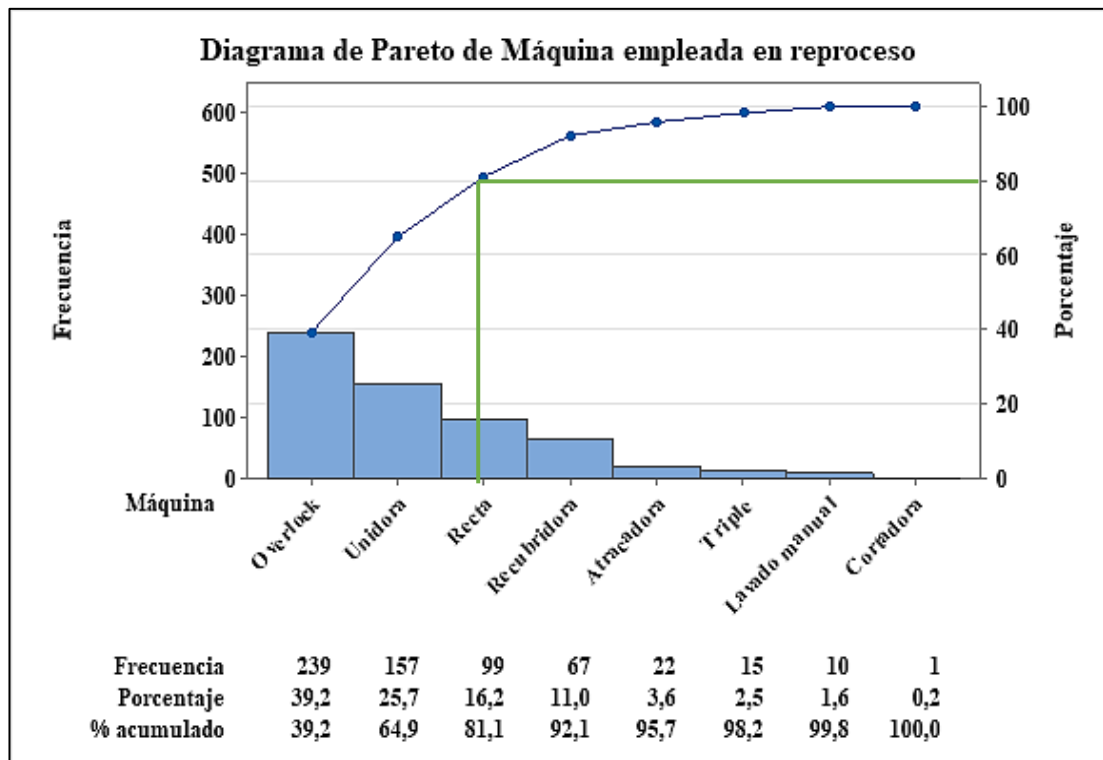
Se realizó un Diagrama de Pareto que permita identificar los problemas referentes a calidad de productos y procesos que resultan en desperdicio y no agregan valor.

Esta herramienta resulta de gran utilidad para conocer los problemas poco vitales y mucho triviales, entendiéndose como pocos vitales a los pocos problemas que causan la gran parte de pérdidas de la organización, teniendo en esta clasificación a: saltos de puntada, costura desviada, costura floja, mal sujetado, Ausencia de remate o remate débil y costura sobre montada mientras que en la clasificación de los mucho triviales se encuentran: mal ajustado, abertura, mal cerrado, sin atraque, fallas de insumo y manchas en tela.

La interpretación para este gráfico hablando en términos de la regla 80-20, se tendría que este 20 % de problemas son causantes del 80% de pérdidas dentro de la organización. Se analizó el porcentaje de utilización de maquinaria por cada reproceso realizando la misma clasificación que mediante la obtención del porcentaje acumulado permite diseñar el Diagrama de Pareto.

**Tabla 44.** Porcentaje de utilización de maquinaria en reproceso

N°	Máquina empleada en reproceso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Máquina overlock	239	39,18%	39,18%
2	Máquina unidora	157	25,74%	64,92%
3	Máquina recta	99	16,23%	81,15%
4	Máquina recubridora	67	10,98%	92,13%
5	Atracadora	22	3,61%	95,74%
6	Máquina triple	15	2,46%	98,20%
7	Lavado manual de prenda	10	1,64%	99,84%
8	Cortadora	1	0,16%	100,00%
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>		



**Figura 33.** Porcentaje de utilización de máquinas en reproceso

Como se evidencia en la figura 33 las máquinas de mayor porcentaje de utilización son: overlock con el 39,18%; unidora con el 25,74% y la máquina recta con el 16,23%, muchas de las fallas son originadas por el factor humano sin embargo como lo muestra la figura 29, un alto porcentaje de fallas (44%) provienen de errores en las máquinas.

## Análisis de costos por reproceso

En este apartado se considera el costo basado en el tiempo total por reproceso en los meses octubre y noviembre, y los recursos empleados, para lo cual se tomó el valor del sueldo básico unificado del año 2022 con los beneficios sociales del trabajador y el recargo por horas extras como se muestra en las tablas 39 y 40 siguientes:

**Tabla 45.** Costo de mano de obra mensual en el área operativa de la empresa RENOVA

Costo del trabajador por mes		
Ítem	Descripción	Valor
<b>Ingreso</b>	Salario básico unificado 2022	\$ 425,00
<b>Beneficios Sociales</b>	Aporte patronal IESS	\$ 47,39
	XIII sueldo	\$ 35,42
	XIV sueldo	\$ 35,42
	Vacaciones	\$ 17,71
	Fondo de reserva	\$ 35,40
<b>Total</b>		<b>\$ 596,33</b>

**Tabla 46.** Análisis del costo por hora, minuto y recargo por hora suplementaria

Costo por hora suplementaria	
Descripción	Valor
Costo por hora jornada nominal	\$ 2,48
Costo por minuto jornada nominal	\$ 0,04
Hora suplementaria recargo (50%)	\$ 0,06

El tiempo total empleado para el reprocesamiento de prendas por falla fue de 1784,45 minutos y de acuerdo con los registros de la empresa, se tiene que para los meses de octubre y noviembre se empleó el 65% de tiempo de reproceso en la jornada nominal y el 35% en la jornada suplementaria, de lo cual se tiene, 1159,89 minutos y 624,56 minutos respectivamente como se muestra en la tabla 47.

**Tabla 47.** Porcentaje de tiempo empleado en reproceso en jornada nominal y extraordinaria

Tiempo improductivo por reprocesamiento	
Descripción	Minutos
Tiempo total empleado por reproceso	1784,45
Minutos empleados en reproceso en jornada nominal (65%)	1159,89
Minutos empleados en reproceso en jornada extraordinaria (35%)	624,56

Una vez que se conoce el costo por minuto tanto en la jornada nominal como suplementaria se procede con el cálculo del costo que genera a la empresa los tiempos de reproceso, teniendo un resultado de \$ 48,03 para la jornada nominal y \$ 38,80 en jornada suplementaria, lo cual resulta en un costo total de \$ 86,83 de mano de obra, como se da a conocer en la tabla 48.

**Tabla 48.** Costo de mano de obra por reproceso

<b>Costo por reproceso de acuerdo con los minutos empleados</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Costo en jornada nominal	\$ 48,03
Costo en jornada suplementaria	\$ 38,80
<b>Total</b>	<b>\$ 86,83</b>

Otro de los aspectos que se analizó fue el consumo de energía eléctrica en Kw/min para el reprocesamiento de prendas y el costo que este genera para la empresa, para lo cual fue necesario conocer el total de Kw/minutos destinados al reprocesamiento de prendas obtenidos del producto entre los Kw/minuto consumidos y el total de minutos empleados por reproceso, como se muestra en las tablas 43.

**Tabla 49.** Total de Kw/min empleados en reprocesamiento

<b>Kw consumidos por reproceso</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Kw consumidos periodo sep-nov	3460,00
Kw/h consumidos	7,09
Kw/minutos consumidos	0,12
Kw/minuto en reproceso	210,87

La relación del costo de energía eléctrica entre los Kw consumidos para el periodo octubre-noviembre da como resultado el costo de Kw, y finalmente para obtener el costo total de Kw/min de reprocesamiento se multiplica este valor obtenido por el tiempo total en minutos de reprocesamiento, dando como resultado un valor de \$ 21,49.

**Tabla 50.** Costo total de Kw/min en reproceso

<b>Costo de Kw consumidos en reproceso</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Costo de energía eléctrica en el periodo sep-oct	\$ 352,60
Costo Kw	\$ 0,10
<b>Costo Kw/min en reproceso</b>	<b>\$ 21,49</b>

En la tabla 51 se dan a conocer los insumos sobre los que se da la mayor parte de fallas en el proceso productivo, con las cantidades repuestas durante los meses de octubre y noviembre, el costo unitario de cada ítem y el valor total, dando como resultado un costo de \$ 334,76 por reposición de insumos para el reprocesamiento de fallas.

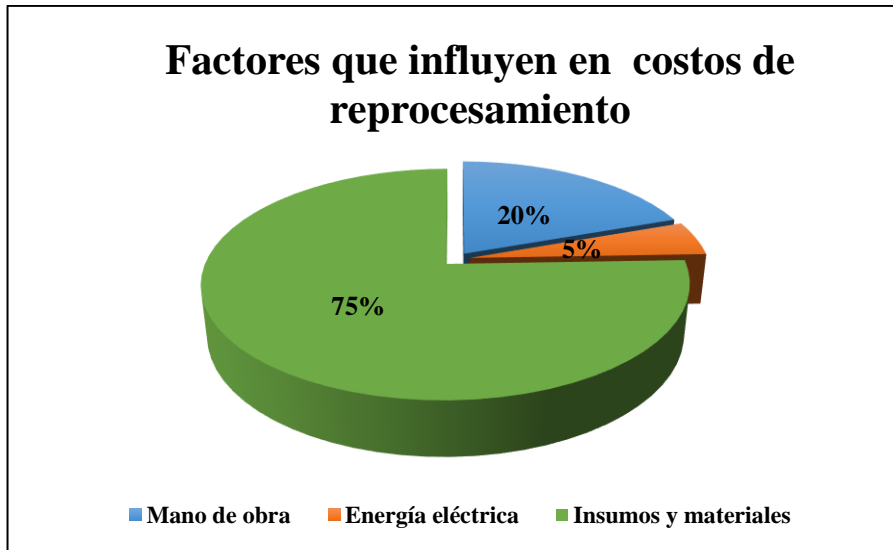
**Tabla 51.** Costo de materia prima por reproceso

<b>Costo de reposición de materia prima por falla</b>			
<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
Tela de punto Era	4 m	\$ 8,0000	\$ 32,00
Tela de punto Angelina	2 m	\$ 10,4200	\$ 20,84
Sesgo	152 m	\$ 0,0720	\$ 10,94
Abrochadura 2x2x30	48 m	\$ 0,2077	\$ 9,97
Abrochadura 3x1x19	25 m	\$ 6,8000	\$ 170,00
Encaje siliconado	30 m	\$ 1,2400	\$ 37,20
Elástico reforzado 3 cm	7 m	\$ 0,5200	\$ 3,64
Cierre	10 u	\$ 0,3900	\$ 3,90
Etiquetas	15 u	\$ 0,1500	\$ 2,25
Nyltex 120T24 10000M Cone TXN	25000 m	\$ 0,0012	\$ 30,00
Hilo T24	2000 m	\$ 0,0014	\$ 2,80
Hilo T60	3400 m	\$ 0,0033	\$ 11,22
<b>Costo total</b>			<b>\$ 334,76</b>

En la tabla 52 se presenta el resumen de los costos para cada categoría analizada: mano de obra, energía eléctrica y materia prima teniendo costos de \$ 86,83, \$ 21,49 y 334,76 respectivamente, siendo la materia prima el factor de mayor impacto en cuanto a costos de reprocesamiento con un porcentaje del 75% frente a los demás como se presenta en la figura 34.

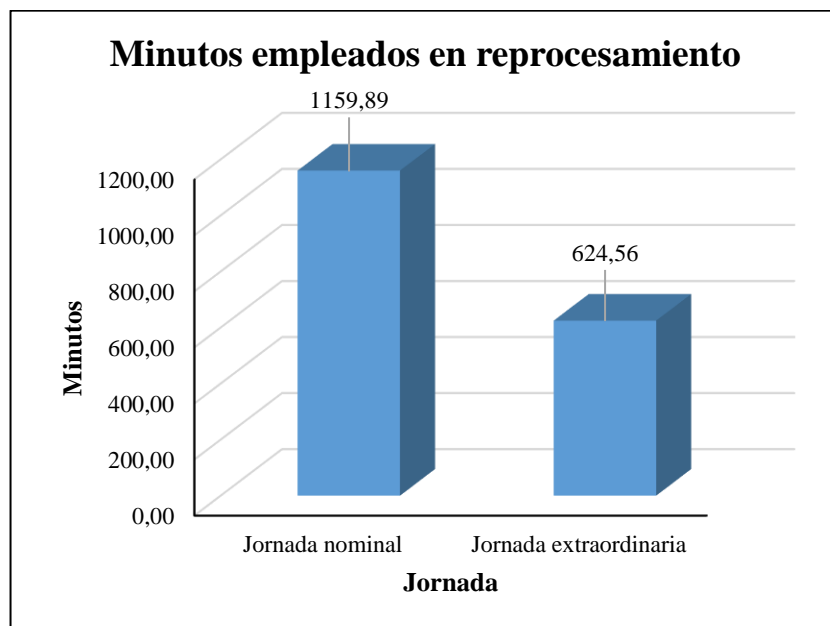
**Tabla 52.** Costo total por reproceso en los meses octubre-noviembre

<b>Costo total por reproceso</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>
Mano de obra	\$ 86,83
Energía eléctrica	\$ 21,49
Insumos y materiales	\$ 334,76
<b>Total</b>	<b>\$ 443,08</b>



**Figura 34.** Porcentaje de participación de mano de obra, energía eléctrica y materia prima en costos de reprocesamiento

En la figura 35 se puede tener una mejor perspectiva del tiempo en minutos empleados en el reprocesamiento de prendas, teniendo como resultado un tiempo total de 1159,89 minutos usado en la jornada normal de trabajo mientras que para la jornada extraordinaria se tiene un tiempo total de reprocesamiento de 624,56 minutos, es decir, la planificación diaria se ve fuertemente afectada por las fallas presentes, que incurre en procesos restringidos y entregas tardías.



**Figura 35.** Minutos empleados para reprocesamiento durante los meses octubre-noviembre

Muchas veces se pasa por alto estos desperdicios que se encuentran presentes en las empresas, debido a que no se las cuantifica y como se sabe, todo aquello que no se mide no se puede controlar, tampoco gestionar ni mejorar, debido a que no se analizan aquellas oportunidades de mejora en los procesos, en este caso los defectos van de la mano con los reprocesos y se tiene una pérdida de \$ 443,08 en los meses octubre-noviembre, que representa una cantidad considerable de dinero.

### **3.1.12.3 Movimientos innecesarios**


Los datos acerca de este desperdicio se los tomó en el periodo de octubre a noviembre, mediante la observación directa y contacto con el proceso productivo, de lo cual se registraron algunos movimientos frecuentes realizados por los operarios, en su mayor parte por el operador de la bodega de insumos que a pesar de ser movimientos que aportaban al flujo productivo, se los hacía con demasiada frecuencia, por lo que se identificó una oportunidad de mejora que se plasmó en la propuesta de solución, por otra parte, los trabajadores realizaban movimientos innecesarios por búsqueda de herramientas como tijera, metro, hilos y documentos como son las órdenes de producción.

También se observó movimientos frecuentes hacia bodega de materia prima por parte del operador de atraque en búsqueda de hilos, y componentes propios de las prendas como son tensores, y tiras de brasier, por lo que no permitía el flujo continuo del proceso y este se atrasaba de la planificación diaria por los movimientos frecuentes que realizaba.

A pesar de que en la empresa se cuenta con un programa de limpieza diario al finalizar la jornada, se pudo observar que la mayor parte de movimientos se originaban debido a que no se tenía el material, componentes y documentos en el punto de uso.

A continuación, se da a conocer las razones más comunes por las cuales los operarios se desplazan por la planta innecesariamente y el tiempo empleado en segundos y minutos.

**Tabla 53.** Cuantificación de movimientos innecesarios en el proceso productivo mes de noviembre

		<b>MOVIMIENTOS INNECESARIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO</b>			
Semana	Razón	Responsable	metros recorridos	Tiempo empleado (segundos)	Tiempo empleado (min)
<b>Semana 1</b>	Búsqueda de tijera	Operador de corte	120	834	13,90
	Recorridos constantes a la línea de producción por pedido de insumos	Operador de bodega de insumos	260	1810	30,17
	Búsqueda de hilos a bodega	Operador de atraque	76	906	15,10
	Búsqueda de componentes a bodega	Operador de atraque	87	920	15,33
<b>Semana 2</b>	Búsqueda de metro	Operador de Corte	123	892	14,87
	Recorridos constantes a la línea de producción por pedido de insumos	Operador de bodega de insumos	324	1543	25,72
	Búsqueda de órdenes de producción	Operador de calidad	89	1142	19,03
	Búsqueda de hilos a bodega	Operador de atraque	87	1023	17,05
	Búsqueda de etiquetas de cartón y empaques en bodega	Operador de calidad	42	371	6,18
	Búsqueda de componentes a bodega	Operador de atraque	73	804	13,40
<b>Semana 3</b>	Búsqueda de grapadora	Operador de bodega de producto terminado	185	1107	18,45
	Recorridos constantes a la línea de producción por pedido de insumos	Operador de bodega de insumos	219	1672	27,87
	Búsqueda de componentes a bodega	Operador de atraque	73	603	10,05
	Búsqueda de hilos a bodega	Operador de atraque	96	941	15,68
	Búsqueda de etiquetas de cartón y empaques en bodega	Operador de control de calidad	60	425	7,08



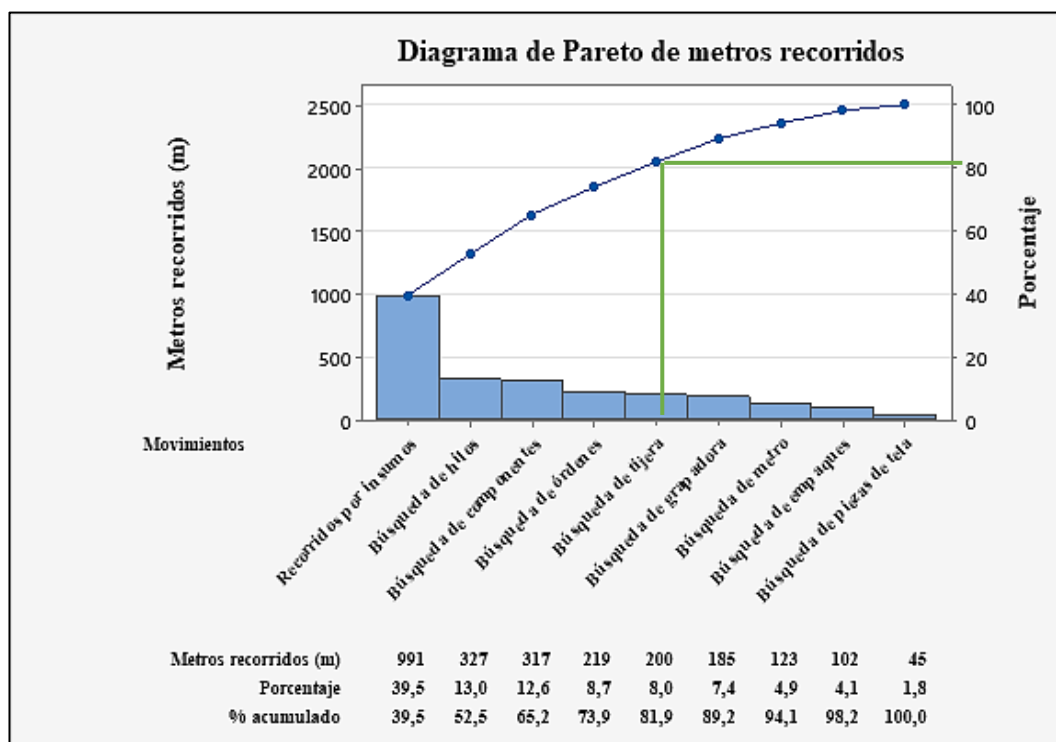
**Tabla 53.** Cuantificación de movimientos innecesarios en el proceso productivo mes de noviembre (continuación 1)

Semana	Razón	Responsable	metros recorridos	Tiempo empleado (segundos)	Tiempo empleado (min)
Semana 4	Búsqueda de tijera	Operador de corte	80	730	12,17
	Recorridos constantes a la línea de producción por pedido de insumos	Operador de bodega de insumos	188	1246	20,77
	Búsqueda de piezas de tela para confección de prenda	Operador de confección	45	600	10,00
	Búsqueda de hilos a bodega	Operador de atraque	68	609	10,15
	Búsqueda de componentes a bodega	Operador de atraque	84	870	14,50
	Búsqueda de órdenes de producción	Operador de calidad	130	1560	26,00
<b>Total</b>			<b>2509</b>	<b>20608,00</b>	<b>343,47</b>
<b>Pérdida en valor monetario (min x \$ 0,041)</b>			<b>\$ 14,08</b>		

En la tabla 54 se resumen los metros recorridos por cada tipo de movimiento innecesario identificado en el proceso productivo con su porcentaje acumulado, para trazar el diagrama de Pareto que permita conocer los poco vitales y mucho triviales.

**Tabla 54.** Porcentaje acumulado de los metros recorridos por movimientos innecesarios

Movimientos innecesarios	Metros recorridos (m)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Recorridos por insumos	991	39,50%	39,50%
Búsqueda de hilos a bodega	327	13,03%	52,53%
Búsqueda de componentes a bodega	317	12,63%	65,17%
Búsqueda de órdenes de producción	219	8,73%	73,89%
Búsqueda de tijera	200	7,97%	81,87%
Búsqueda de grapadora	185	7,37%	89,24%
Búsqueda de metro	123	4,90%	94,14%
Búsqueda de etiquetas de cartón y empaques en bodega	102	4,07%	98,21%
Búsqueda de piezas de tela para confección de prenda	45	1,79%	100,00%
<b>Total</b>	<b>2509</b>		



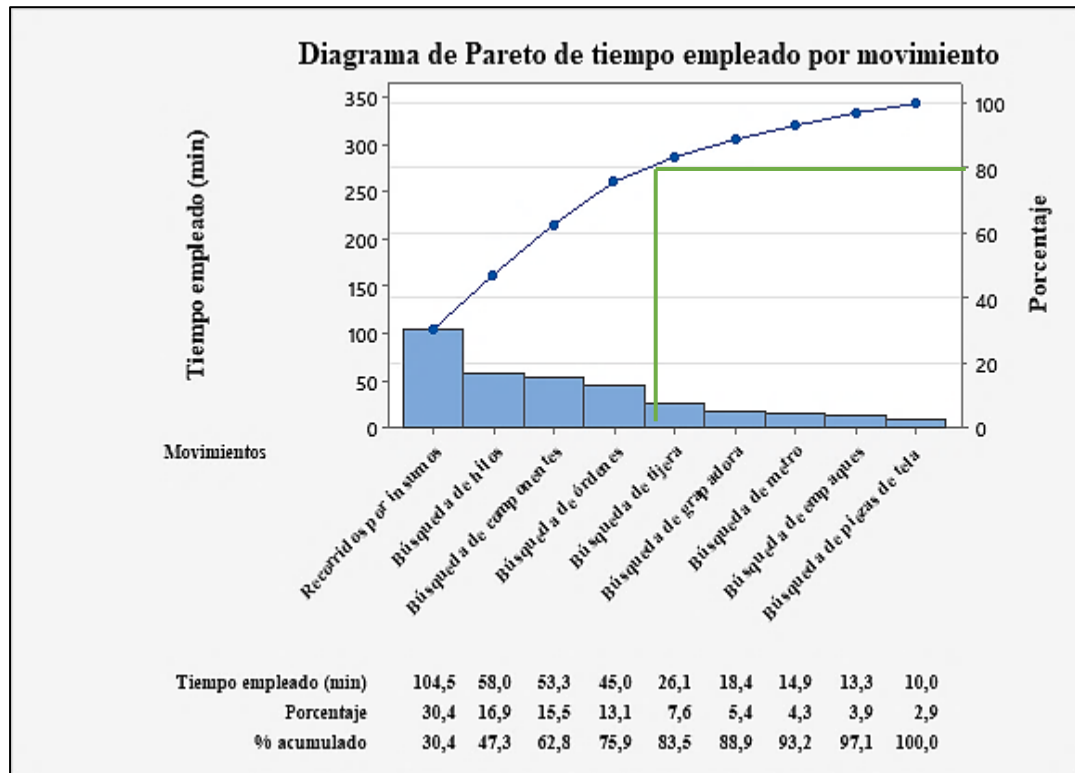
**Figura 36.** Diagrama de Pareto de metros recorridos en el proceso productivo

Aplicando el Diagrama de Pareto se puede notar que el tipo de movimiento innecesario de mayor incidencia es aquel que sucede por recorridos constantes a la línea de producción para entrega de insumos con un total de 991 metros recorridos durante todo el mes de noviembre mientras que el movimiento de menor incidencia es el de búsqueda empaques con un total de 45 metros.

**Tabla 55.** Porcentaje acumulado del tiempo empleado por movimientos innecesarios

Movimientos innecesarios	Tiempo empleado (min)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Recorridos por insumos	104,52	30,43%	30,43%
Búsqueda de hilos a bodega	57,98	16,88%	47,31%
Búsqueda de componentes a bodega	53,28	15,51%	62,83%
Búsqueda de órdenes de producción	45,03	13,11%	75,94%
Búsqueda de tijera	26,07	7,59%	83,53%
Búsqueda de grapadora	18,45	5,37%	88,90%
Búsqueda de metro	14,87	4,33%	93,23%
Búsqueda de etiquetas de cartón y empaques en bodega	13,27	3,86%	97,09%
Búsqueda de piezas de tela para confección de prenda	10	2,91%	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>343,47</b>		

El tiempo total improductivo por movimientos innecesarios durante todo el mes de noviembre es de 343,47 minutos, de lo cual la mayor parte del tiempo empleado en moverse es de 104,52 minutos a cargo del operador de insumos y el tiempo mínimo es de 10 minutos destinados a búsqueda de empaques en bodega por parte del operador de control de calidad.

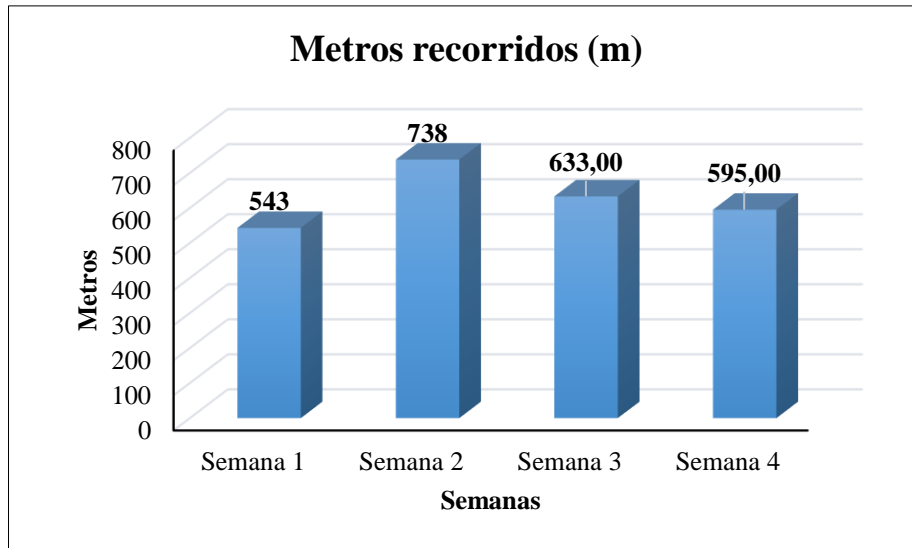


**Figura 37.** Diagrama de tiempo empleado en el proceso productivo

**Tabla 56.** Metros vs tiempo empleado en movimientos innecesarios durante el mes de noviembre

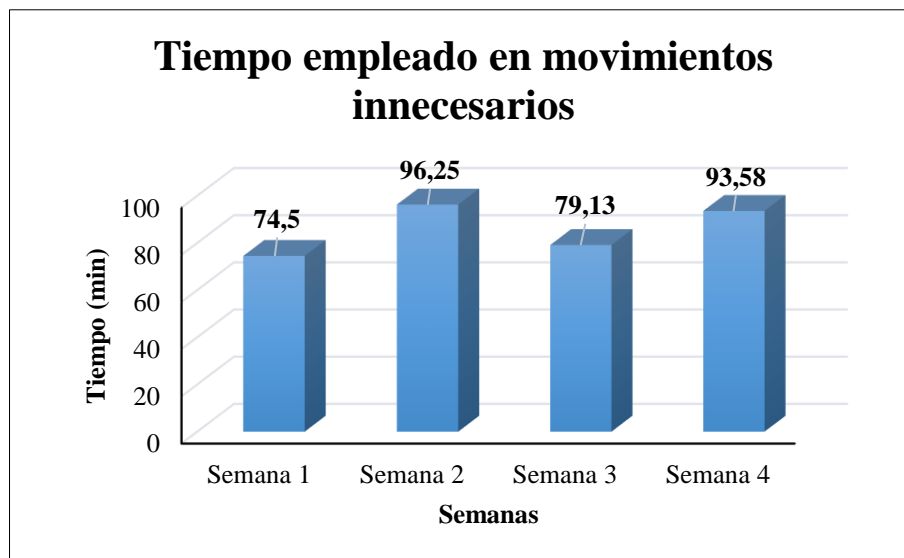
Semana	Metros recorridos (m)	Tiempo empleado (min)
Semana 1	543	74,5
Semana 2	738	96,25
Semana 3	633,00	79,13
Semana 4	595,00	93,58
<b>Total</b>	<b>2509</b>	<b>343,57</b>

Se observa que las semanas con mayor número de desplazamiento son las semanas 2 y 3 como se puede observar en la figura 38.



**Figura 38.** Desplazamiento total empleado por movimientos innecesarios durante el mes de noviembre

Finalmente se puede ver que las semanas con mayor tiempo improductivo en cuanto a movimientos innecesarios fue en la semana 2 y 4.




**Figura 39.** Tiempo improductivo por movimientos innecesarios en cada semana

#### 3.1.17.4 Esperas

Las esperas más frecuentes que suceden en el proceso productivo se dan por cambio de hilo y atraso del operador de insumos para abastecer a la línea de producción, sin embargo, existen esperas que no suceden con mucha frecuencia pero que su aparición tiene un mayor impacto en el rendimiento del proceso productivo como son los paros

por averías, dado que se tienen tiempos largo de reparación, lo que genera que los procesos siguientes se restrinjan y por consiguiente genere atrasos en la entrega del producto final.

**Tabla 57.** Cuantificación de esperas en el proceso productivo mes de noviembre

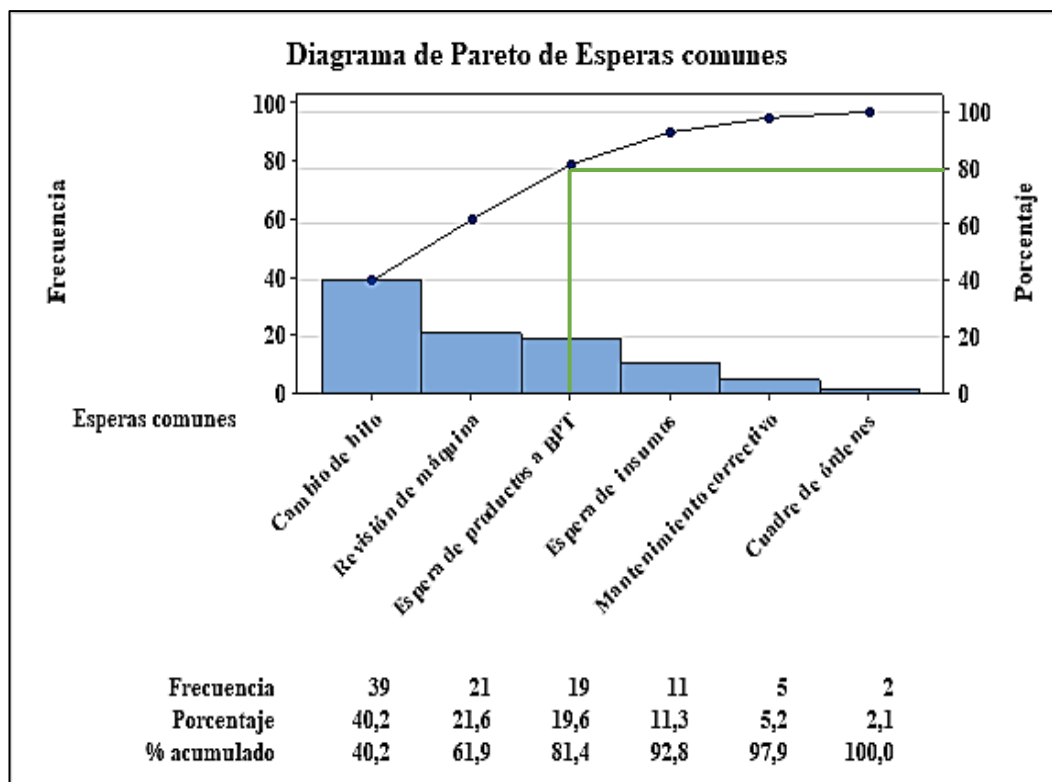
		ESPERAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO			
Semana	Motivo	Tiempo de espera (segundos)	Frecuencia	Tiempo total empleado (segundos)	Tiempo total empleado (min)
Semana 1	Mantenimiento correctivo de máquina unidora	14426	1	14426	240,43
	Cambio de hilo en máquina	25,67	9	231,00	3,85
	Espera de insumos	774,67	6	4648,00	77,47
	Revisión rápida de máquina	37,00	6	222,00	3,70
	No llegan productos a bodega de producto terminado	10316,00	6	61896,00	1031,60
Semana 2	Mantenimiento correctivo de máquina overlock	28746	1	28746	479,10
	Cambio de hilo en máquina	29,25	12	351,00	5,85
	Espera de insumos	746,20	5	3731,00	62,18
	Revisión rápida de máquina	39,50	6	237,00	3,95
	No llegan productos a bodega de producto terminado	13665,40	5	68327,00	1138,78
Semana 3	Mantenimiento correctivo de atracadora	3687	1	3687,00	61,45
	Cambio de hilo en máquina	27,00	9	243,00	4,05
	No llegan productos a bodega de producto terminado	7299,00	5	36495,00	608,25
	Revisión rápida de máquina	52,00	3	156,00	2,60
	Interrupción en control de calidad por cuadro de órdenes	10890	1	10890,00	181,50
Semana 4	Mantenimiento correctivo de atracadora	6423,50	2	12847,00	214,12
	Cambio de hilo en máquina	19,56	9	176,00	2,93
	No llegan productos a bodega de producto terminado	4650,33	3	13951,00	232,52
	Revisión rápida de máquina	35,17	6	211,00	3,52
	Interrupción en control de calidad por cuadro de órdenes	7164	1	7164,00	119,40
<b>Total</b>				<b>268635,00</b>	<b>4477,25</b>

En la tabla 57 se registraron los tiempos improductivos de espera durante el mes de noviembre teniendo un total de 4477,25 minutos, siendo la bodega de producto terminado el área de mayor afectación por este desperdicio.

**Tabla 58.** Tiempos empleados por cada tipo de espera ocurrida y su frecuencia de ocurrencia en el mes de noviembre

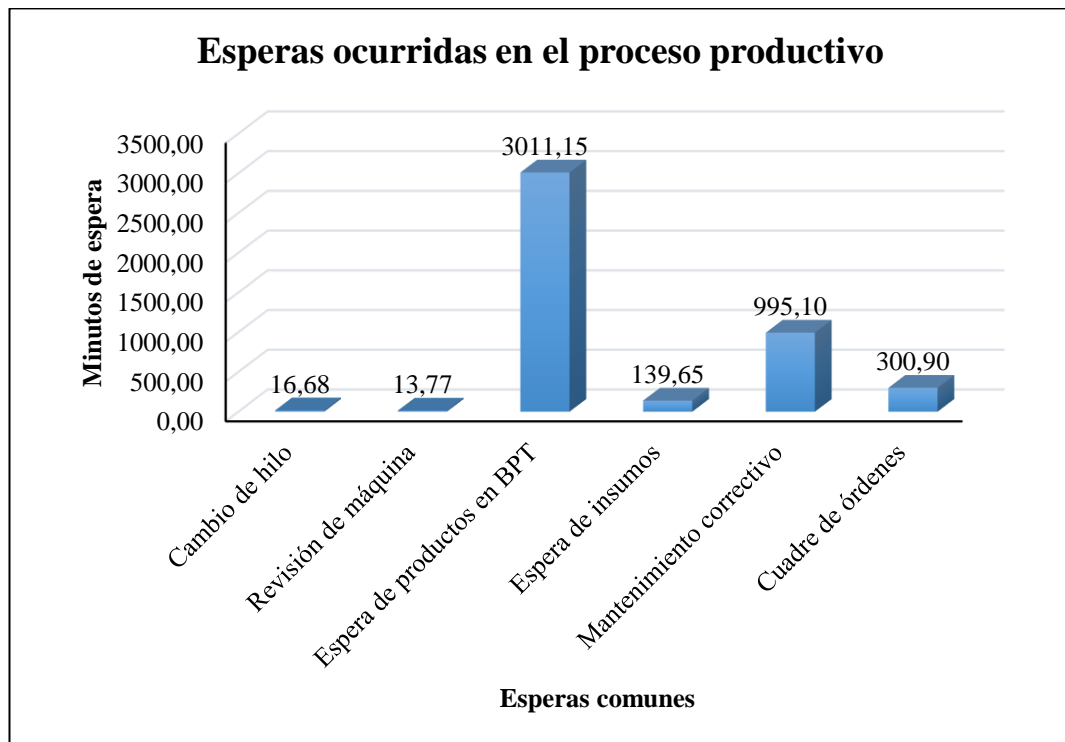
Esperas comunes	Frecuencia	Tiempo total de espera (minutos)
Cambio de hilo	39	16,68
Revisión de máquina	21	13,77
Espera de productos en BPT	19	3011,15
Espera de insumos	11	139,65
Mantenimiento correctivo	5	995,10
Cuadre de órdenes	2	300,90
<b>Total</b>		<b>4477,25</b>

En la figura 40 se dan a conocer las esperas más comunes con su frecuencia de ocurrencia durante el mes de noviembre, teniendo al cambio de hilo, revisión rápida de máquina y espera de productos en bodega de producto terminado como las esperas con mayor frecuencia, sin embargo, el tiempo en minutos de las dos primeras es relativamente corto a comparación de los demás ítems.



**Figura 40.** Esperas más comunes con su frecuencia de ocurrencia

Las primeras dos esperas correspondientes a cambios de hilo y revisión de máquina pese a tener una mayor frecuencia de ocurrencia los tiempos empleados son muy cortos en comparación a las demás causas, un claro ejemplo es la espera de productos en bodega de producto terminado que tiene el mayor tiempo improductivo en el mes con 3011,15 minutos, seguido del mantenimiento correctivo y cuadro de órdenes con tiempos de 995,10 minutos y 300,90 minutos respectivamente como se muestra en la figura 41.



**Figura 41.** Tiempos de espera en el proceso productivo.

En la figura 41 se puede notar que el factor de mayor impacto negativo en cuanto a esperas son los tiempos de entrega tardíos del producto final hacia la bodega de producto terminado precedido por la demora por mantenimiento correctivo de máquina, y van muy de la mano, ya que un paro de máquina en el proceso restringe las operaciones subsiguientes causando atrasos hacia las siguientes etapas del proceso, generando entregas tardías hacia los clientes internos y externos.

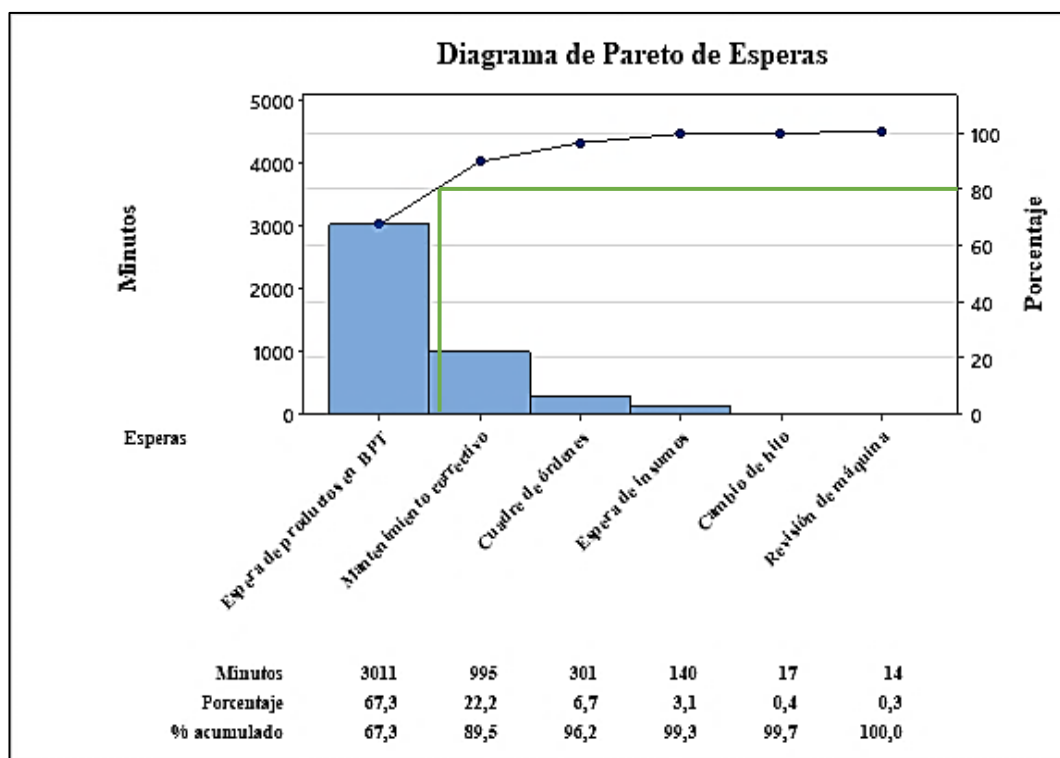


Figura 42. Diagrama de Pareto de las esperas de mayor tiempo de valor no agregado


### 3.1.12.5 Inventario en proceso

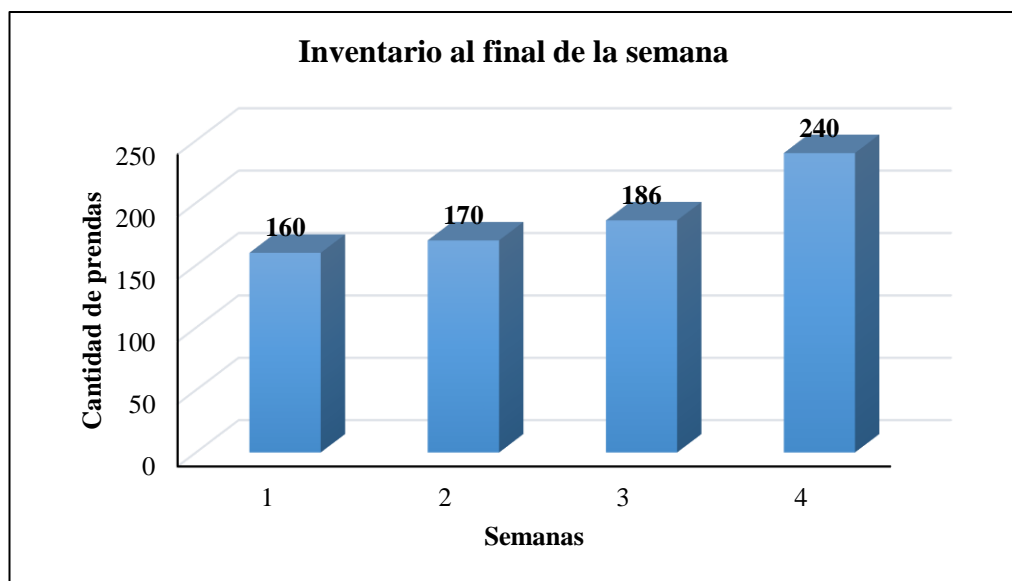
La línea de producción cuenta con dos módulos de confección balanceados lo que permite eliminar el trabajo en proceso (WIP) y de acuerdo al VSM actual la capacidad de producción es de 175 prendas/día, y en cuanto a la sección de atraque y pulido se tiene una capacidad de 205 prendas/día, sin embargo, al tener un servicio externo de maquila los productos ingresan de manera semanal directamente a la sección de atraque y pulido y esto genera inventario en proceso y restringe la operación de control de calidad, empaque y por ende se generan atrasos en los despachos. En la tabla 59 se presentan los valores de inventario en proceso registrados al final de la jornada en la sección de atraque y pulido durante el mes de noviembre del 2022.

Se pudo observar durante el mes de noviembre un incremento de prendas en proceso con una tendencia predecible, y para la última semana la producción de prendas aumentó de tal manera que al término de la cuarta semana se tuvo un incremento de 80 prendas frente al valor de la semana 1.



**Tabla 59.** Cuantificación del inventario en proceso en la sección de atraque y pulido al final de la jornada mes de noviembre.

		<b>INVENTARIO AL FINAL DE LA JORNADA EN LA SECCIÓN DE ATRAQUE Y PULIDO</b>	
Semana	Día	Sección	Cantidad
<b>1</b>	1	Atraque y pulido	150
	2	Atraque y pulido	144
	3	Atraque y pulido	147
	4	Atraque y pulido	162
	5	Atraque y pulido	160
<b>2</b>	1	Atraque y pulido	168
	2	Atraque y pulido	173
	3	Atraque y pulido	175
	4	Atraque y pulido	167
	5	Atraque y pulido	170
<b>3</b>	1	Atraque y pulido	175
	2	Atraque y pulido	177
	3	Atraque y pulido	173
	4	Atraque y pulido	180
	5	Atraque y pulido	186
<b>4</b>	1	Atraque y pulido	200
	2	Atraque y pulido	215
	3	Atraque y pulido	230
	4	Atraque y pulido	225
	5	Atraque y pulido	240



**Figura 43.** Inventario al término de cada semana

En la figura 43 se presentan los inventarios en proceso en la sección de atraque y pulido que quedan al término de cada semana de análisis, en donde se evidenció un incremento considerable desde la semana 3 y semana 4 con inventarios de 186 y 240 prendas respectivamente, debido a la alta demanda de la temporada, dado que los locales propios de la empresa, así como franquicias y clientes externos empiezan a llenar sus estantes con productos para ofrecerlos en el mes de diciembre.

### 3.1.13 Selección de herramientas Lean Manufacturing a ser propuestas

Para la selección de herramientas Lean Manufacturing se consideraron las causas que generan cada desperdicio, las áreas en donde ocurre y se identificaron las oportunidades de mejora en base a la observación directa de los procesos, así como los resultados del análisis y tratamiento de datos de cada desperdicio identificado.

**Tabla 60.** Selección de herramientas Lean Manufacturing aplicables a la realidad de la empresa

Desperdicio	Sección	Causas	Oportunidad de mejora	Herramienta
Defectos	Confección	-Falla por factor humano	-Capacitar a los trabajadores en temas de control de calidad.	<b>JIDOKA TPM</b>
	Atraque y pulido	-Falla de máquina	-Tener autocontrol de la máquina usada y de la calidad de prendas.	
Reprocesos	Confección	-Salto de puntada -Costura desviada -Costura floja	-Disminuir el número de defectos. -Establecer un programa de mantenimiento autónomo para disminuir el índice de fallas por equipos en mal estado.	<b>JIDOKA TPM</b>
	Atraque y pulido	-Mal sujetado -Sin remate -Costura sobremontada		
Movimientos innecesarios	Bodega de insumos	-Pedido de insumos por parte de la línea de producción	-Tener los materiales necesarios en el tiempo necesario.	<b>Almacenamiento en el Punto de Uso APU (MIZUSUMASHI)</b>
	Atraque y pulido	-Búsqueda de hilos	-Eliminar la frecuencia de movimientos realizados durante la jornada.	
	Control de calidad	-Búsqueda de componentes	-Mejorar la comunicación entre departamentos.	
	Corte	-Búsqueda de órdenes de producción -Búsqueda de tijera		

**Tabla 60.** Selección de herramientas Lean Manufacturing aplicables a la realidad de la empresa (continuación 1)

Desperdicio	Sección	Causas	Oportunidad de mejora	Herramienta
Esperas	Confección	-Entregas tardías de prendas a bodega de producto terminado.  -Mantenimiento correctivo de máquinas.	-Tener personal capaz de mantener el equipo en óptimas condiciones. -Eliminar tiempos muertos por paro de máquina y espera de insumos. -Entregar el producto final en el tiempo establecido.	TPM APU HEIJUNKA
	Atraque y pulido			
	Control de calidad			
	Empaque			
	Bodega de producto terminado			
Inventario	Atraque y pulido	Grandes lotes de prendas de maquila entran directamente a este proceso de manera semanal.	-Producir lotes de producción reducidos. -Evitar el stock excesivo de prendas. -Adaptar la producción a la demanda.	HEIJUNKA

En la tabla 60 se dan a conocer las herramientas propuestas, aplicables a la realidad de la organización, sobre las cuales se estableció un manual de herramientas Lean Manufacturing, con un total de cuatro herramientas, consideradas como las más apropiadas para hacer frente a cada desperdicio, teniendo como primera herramienta a JIDOKA para atacar los desperdicios por defectos y reprocesos que van de la mano, y finalmente para las mudas por movimientos innecesarios, esperas e inventario en proceso se propuso la aplicación del APU, TPM y HEIJUNKA respectivamente.

**Tabla 61.** Sustento científico de las herramientas seleccionadas

Herramienta	Definición	Ventajas
JIDOKA	Es un sistema de automatización inteligente con sentido humano que previene errores en el proceso, a través del rediseño de los equipos, operaciones y productos[35].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene defectos</li> <li>• No se pasan productos defectuosos a los siguientes procesos.</li> <li>• Se aplica una inspección 100%.</li> <li>• Reduce el índice de inestabilidad en el proceso por defectos.</li> </ul>
TPM	Mantenimiento Productivo Total es una metodología de mejora que integra el mantenimiento del equipo en el proceso de fabricación y permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas al introducir conceptos de: prevención, cero defectos ocasionados por máquinas, cero accidentes, e involucra la participación de todo el personal [36].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la calidad de los productos, ya que las máquinas más precisas producen menos variación.</li> <li>• Aumenta la disponibilidad de los equipos.</li> <li>• Da continuidad a las operaciones evitando paros inesperados.</li> <li>• Reduce los costos operativos hasta el 30%.</li> </ul>

**Tabla 61.** Sustento científico de las herramientas seleccionadas (continuación 1)

Herramienta	Definición	Ventajas
<b>APU (MIZUSUMASHI)</b>	Esta herramienta también es conocida “araña de agua” o tren logístico; consiste en almacenar los materiales en los diferentes puestos de trabajo en el momento requerido evitando que el operador realice tareas que le generen desperdicios como transportes y esperas y pueda enfocarse en aquellas actividades que si generen valor [11].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor control de inventario.</li> <li>• Reduce costos por transporte.</li> <li>• Mejora la comunicación entre cada sección del área operativa.</li> <li>• Elimina el desperdicio de movimientos innecesarios y esperas en los trabajadores.</li> </ul>
<b>HEIJUNKA</b>	Es un sistema de control que sirve para nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final o en otras palabras “adaptar la producción a la demanda” [36].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La nivelación permite que los volúmenes de producción diaria permanezcan constantes.</li> <li>• Evita la sobreproducción.</li> <li>• Establece completamente el sistema jalar.</li> <li>• Elimina inventarios excesivos.</li> </ul>

La selección de herramientas se complementó con la revisión bibliográfica de la metodología PRISMA, seleccionando aquellas herramientas que mejor han aportado al sector textil a nivel mundial, que permita contrarrestar los desperdicios presentes en la empresa de estudio.

**Tabla 62.** Herramientas seleccionadas por cada desperdicio identificado

Desperdicio	Herramienta
<b>Defectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ JIDOKA</li> </ul>
<b>Reprocesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TPM</li> </ul>
<b>Movimientos innecesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ APU (MIZUSUMASHI)</li> </ul>
<b>Esperas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TPM</li> <li>▪ APU (MIZUSUMASHI)</li> <li>▪ HEIJUNKA</li> </ul>
<b>Inventario en proceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HEIJUNKA</li> </ul>

### 3.1.14 Trazo del VSM futuro

Con las herramientas seleccionadas se procede a trazar el VSM futuro sustituyendo los desperdicios identificados en las explosiones Kaizen con las herramientas que las contrarrestarán y que permitirá tener un mejor flujo productivo.

De este modo se tiene un total de 4 herramientas que se relacionan entre sí y la implementación de estas implica una mejora en toda la línea de producción.

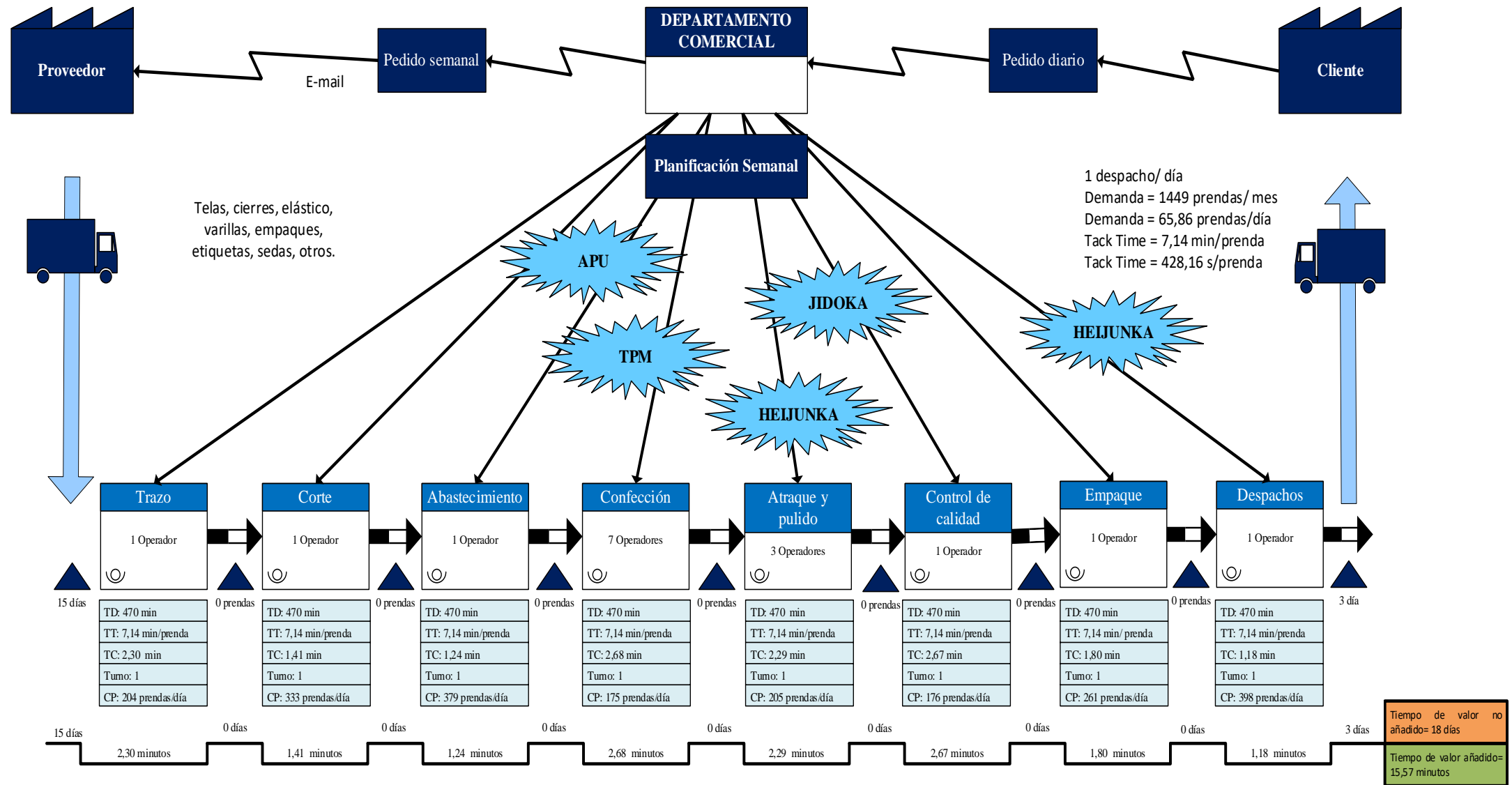


Figura 44. VSM futuro

### Análisis del VSM futuro

Una vez identificados los desperdicios presentes en el proceso mediante el trazo del VSM actual se realizó un análisis cuantitativo que permitió conocer los porcentajes de afectación en el proceso, para la posterior toma de decisiones, empleando el Diagrama de Pareto que permite identificar los poco vitales y mucho triviales, de este modo las herramientas Lean Manufacturing se seleccionaron en base a este análisis previo obteniendo como resultado a las herramientas JIDOKA, TPM, APU o también conocido como MIZUSUMASHI, y HEIJUNKA.

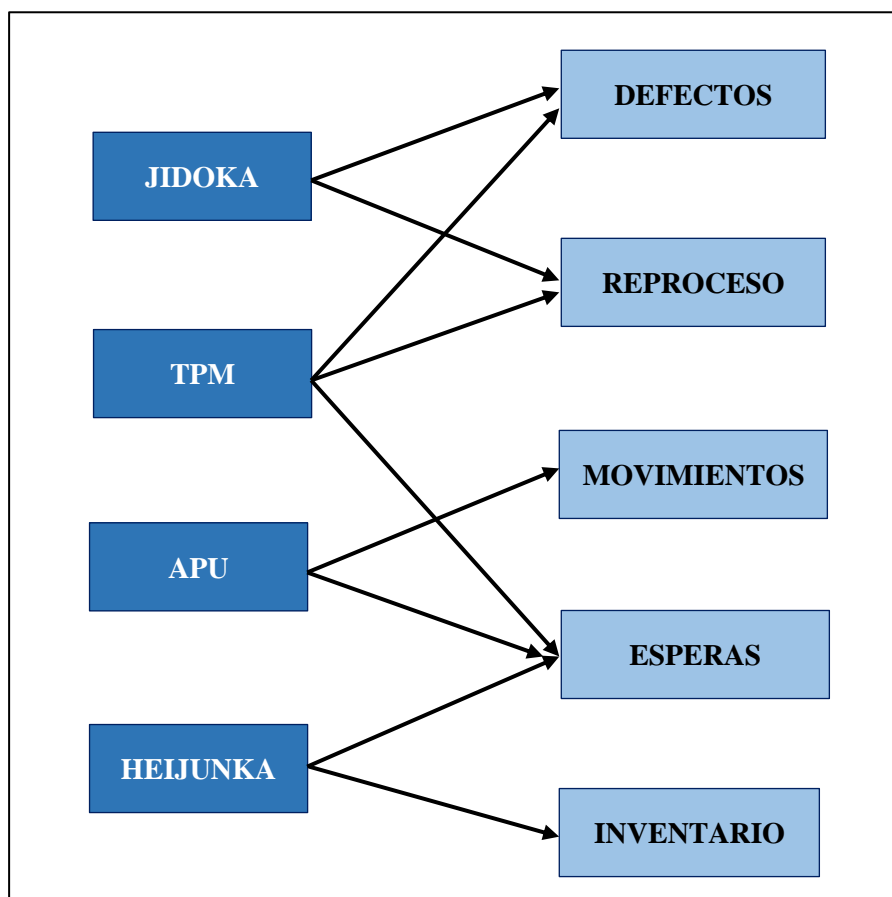


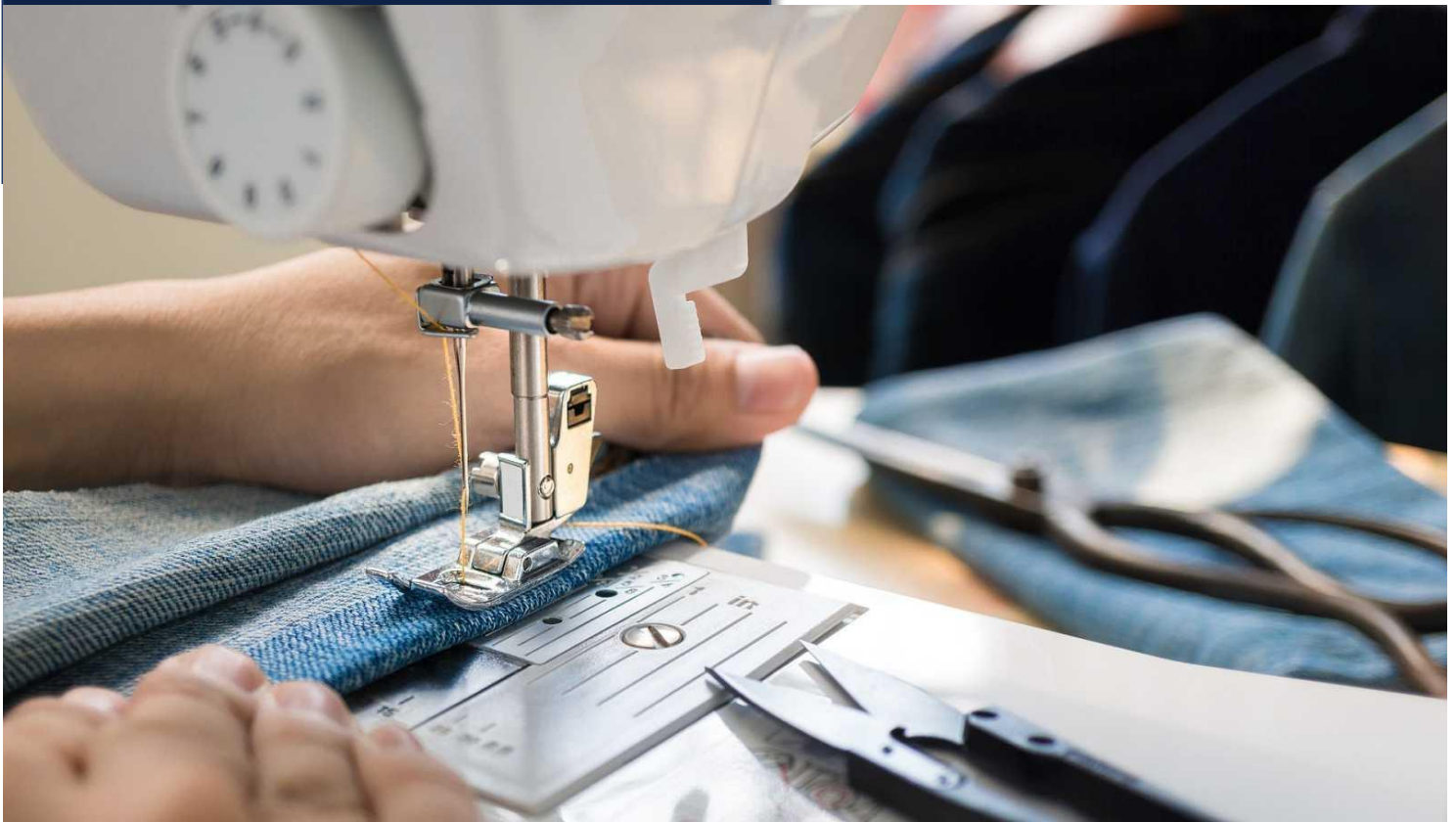
Figura 45. Diagrama de relación herramienta-desperdicio

#### 3.1.15 Propuesta de solución

Una vez seleccionadas las herramientas Lean Manufacturing se procede a realizar un manual en el que se detallan las presentes metodologías que permita mitigar cada desperdicio presente en la empresa RENOVA, el cual consta de cuatro secciones correspondientes a cada herramienta con su respectivo: objetivo, alcance, definiciones y el desarrollo donde se contemplan cada una de las fases para su implementación.

RE  
NO  
VA

**MANUAL DE  
HERRAMIENTAS  
LEAN  
MANUFACTURING**



**AUTOR:**

Santiago Freire

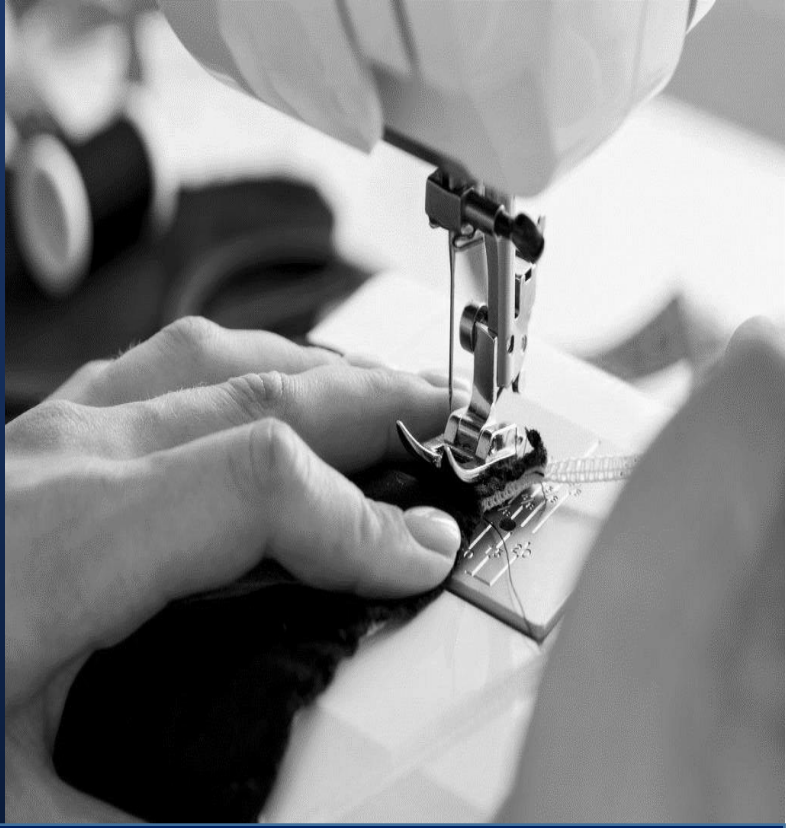
**ESTABLECIMIENTO:**

Universidad Técnica de Ambato

**CÓDIGO:**

HLM







**HERRAMIENTA JIDOKA PARA ELIMINAR  
EL DESPERDICIO DE DEFECTOS Y  
REPROCESOS**

---

**HLM-01**



RE  
NO  
VA



	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b>	
	<b>PÁGINA: 2/13</b>		

## CONTENIDO

A. Objetivo:.....	122
B. Alcance: .....	122
C. Definiciones:.....	122
D. Desarrollo:.....	123
1. Localización de la anomalía .....	124
2. Detención de la operación .....	127
3. Emisión de alerta .....	128
4. Acciones sintomáticas .....	131

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b>	
		<b>PÁGINA: 3/13</b>	

#### **A. Objetivo:**



Eliminar los niveles de desperdicio por defectos generados por la línea de producción de la empresa RENOVA en todas las referencias.

#### **B. Alcance:**

La herramienta Jidoka involucra a todas las secciones del área operativa desde el abastecimiento de insumos a la línea de producción hasta el proceso de terminado.

#### **C. Definiciones:**

- **JIDOKA:** Es una de las herramientas de Lean Manufacturing que permite el autocontrol de calidad en toda la línea de producción, mediante la identificación de fallas y corrección de estas, considerando el principio que la calidad es un deber de todos.
- **Defectos:** Se denomina así a una no conformidad de una o varias características de calidad en un producto, que puede generar una insatisfacción al cliente.
- **Calidad:** Características o propiedades que tiene un producto para cumplir los requerimientos mínimos que espera el cliente.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b>	
	<b>PÁGINA: 4/13</b>		

#### **D. Desarrollo:**

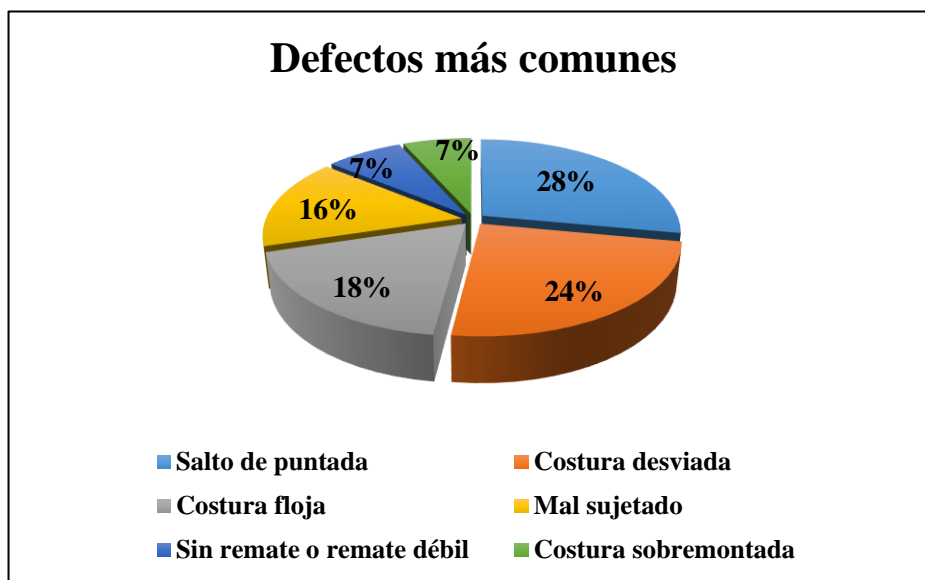
En la empresa RENOVA se fabrican una gran variedad de productos, (ver anexo 1) , si bien es cierto en la organización se emplean algunas herramientas de Lean Manufacturing como las celdas de manufactura y control visual para indicar la carga de producción diaria, el proceso se ha visto interrumpido por algunos desperdicios de Lean Manufacturing, en lo que respecta a defectos, la mayor parte de ellos se detectan en la última etapa del proceso productivo que corresponde a control de calidad, dado que no se tiene un programa de autocontrol de fallas por parte de los operarios de la línea de confección que evite llegar a la última instancia para detectar la anomalía.

Entre las fallas más comunes que se suscitan en la línea de producción se encuentran: salto de puntada, costuras desviadas, costuras flojas, mal sujetado, prendas que en ocasiones se envían sin atracar o que están con un remate débil y costuras sobremontadas.

**Tabla 63.** Frecuencia de fallas comunes en los meses octubre-noviembre

N°	Fallas comunes	Frecuencia
1	Salto de puntada	143
2	Costura desviada	123
3	Costura floja	93
4	Mal sujetado	80
5	Sin remate o remate débil	38
6	Costura sobremontada	34

En la tabla 63 se presenta la frecuencia en que se han suscitado cada una de las fallas más comunes identificadas en el estudio y en la figura 46 se da a conocer el porcentaje de participación que tiene cada tipo de falla mediante el gráfico de anillo donde se puede observar una mayor frecuencia de defectos por salto de puntada y costura desviada.



**Figura 46.** Porcentaje de ocurrencia de fallas más comunes en el proceso productivo



Para poder ejecutar la herramienta JIDOKA que permita la reducción y/o eliminación de defectos en el proceso productivo, se siguen los siguientes pasos:

### 1. Localización de la anomalía

El operario identifica la falla en las prendas, en este caso se detecta una falla de puntada en la parte inferior de la zona del glúteo derecho de la prenda.



**Figura 47.** Salto de puntada en la prenda

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01 PÁGINA: 6/13</b>	



Para la detección de la anomalía el jefe de producción de la empresa debe asignar uno o más operarios aptos para poder realizar un control de calidad en el proceso para evitar que el producto defectuoso llegue a la etapa final para recién identificar la anomalía, para esto se deberá capacitar adecuadamente al personal encargado acerca de las normativas ISO 9001 y/o normas nacionales como la INEN con el fin de tener un conocimiento más sólido para un correcto control de calidad que permita reducir y/o eliminar el alto índice de fallas que se da en la línea productiva.

Para la detección de la anomalía se deberán seguir los siguientes pasos:

- Definir el número de verificaciones que se realizará en la línea de producción durante la jornada.
- Indicar la hora en que se realizará cada inspección.
- Establecer un cronograma con los operarios que intervendrán en las inspecciones.

**Tabla 64.** Cronograma de verificación diaria.

<b>Día</b>	<b>Responsable</b>	<b>Número de verificaciones</b>	<b>Hora de verificación</b>
<b>Lunes</b>	Operario 1	4	09h00-09h30
			11h00-11h30
			14h00-14h30
			16h00-16h30
<b>Martes</b>	Operario 2	4	09h00-09h30
			11h00-11h30
			14h00-14h30
			16h00-16h30
<b>Miércoles</b>	Operario 3	4	09h00-09h30
			11h00-11h30
			14h00-14h30
			16h00-16h30
<b>Jueves</b>	Operario 4	4	09h00-09h30
			11h00-11h30
			14h00-14h30
			16h00-16h30
<b>Viernes</b>	Operario 5	4	09h00-09h30
			11h00-11h30
			14h00-14h30
			16h00-16h30

	<b>EMPRESA RENNOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b>	
	<b>PÁGINA: 7/13</b>		

El principio de la herramienta JIDOKA es que los operarios puedan tener un autocontrol de calidad en el flujo normal de las operaciones, por lo que también se deberá capacitar a toda la línea de confección, atraque y pulido, corte e incluso al operador encargado de la bodega de insumos con el fin de definir responsabilidades que puedan llevar a cabo cada área como se muestra en la tabla 65.

**Tabla 65.** Responsabilidades y acciones para la detección de anomalías por cada área operativa.

Área	Responsabilidades	Acciones
<b>Bodega de Insumos</b>	Realizar un control de calidad de insumos que abastece a la línea de producción	Materiales como sesgo, elásticos, encajes y abrochaduras aplicar una tensión considerable y comprobar que los insumos se encuentren en óptimas condiciones para ser usados y notificar la anomalía al jefe de producción.
<b>Corte</b>	Revisar que las piezas cortadas no presenten desviaciones de cuchilla.	Verificar el estado actual de la cuchilla de la máquina de corte, apartar piezas con cortes erróneos, colocarlas en una cesta aparte y notificar la anomalía al jefe de producción.
<b>Confección</b>	Identificar la anomalía en proceso e impedir que avance hacia las siguientes operaciones.	Apartar las prendas en las que se hayan detectado alguna anomalía en una cesta y arreglarla en el momento que se genera el fallo.
<b>Atraque y pulido</b>	Identificar la anomalía en proceso e impedir que avance hacia las siguientes operaciones.	Apartar las prendas en las que se hayan detectado alguna anomalía en una cesta y arreglarla en el momento que se genera el fallo.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>			
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b>		
		<b>PÁGINA: 8/13</b>		

**Tabla 65.** Responsabilidades y acciones para la detección de anomalías por cada área operativa (continuación 1).

Área	Responsabilidades	Acciones
<b>Control de calidad</b>	Realizar 4 inspecciones dentro de la línea de producción en la jornada; dos en la mañana y dos en la tarde en horario aleatorio.	Apartar las prendas en las que se haya detectado alguna anomalía, registrar en la hoja de verificación que contiene las órdenes de producción y solicitar que den arreglo al fallo en ese momento.


## 2. Detección de la operación:



En este paso el operario debe tomar decisiones rápidas frente a la detección de anomalía, de este modo, puede detener el proceso productivo manualmente para impedir más defectos y rectificar los defectos encontrados. En este caso, el operario debe identificar los factores del porque se originó la falla ya sea metodológicos, humanos, máquina o por el medio ambiente de trabajo.

Se debe investigar las causas que originan estos defectos para recurrir directamente a la raíz del problema, para esto se propone utilizar la herramienta de los 5 ¿Por qué?

Para lo cual se propone una matriz que permite el análisis de los 5 ¿por qué? como lo muestra la tabla 66.


**Tabla 66.** Matriz propuesta para realizar el análisis de los 5 ¿por qué?

	<b>HERRAMIENTA DE LOS 5 ¿POR QUÉ?</b>				
	<b>¿Por qué? 1</b>	<b>¿Por qué? 2</b>	<b>¿Por qué? 3</b>	<b>¿Por qué? 4</b>	<b>¿Por qué? 5</b>
<b>Factores que intervienen en fallas de puntada</b>					

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01 PÁGINA: 9/13</b>	

En la tabla 67 se realiza un análisis de los factores que intervienen en fallas de puntada mediante el análisis de los 5 ¿por qué?, teniendo como última respuesta a estas interrogantes la falta de compromiso de la alta dirección, es decir, se pueden agotar todos los esfuerzos posibles en pro de la mejora en cuanto a la calidad de los productos mediante la reducción de fallas, sin embargo, si no existe el compromiso de la alta dirección no será posible tomar acciones correctivas.

**Tabla 67.** Análisis de los 5 ¿por qué?

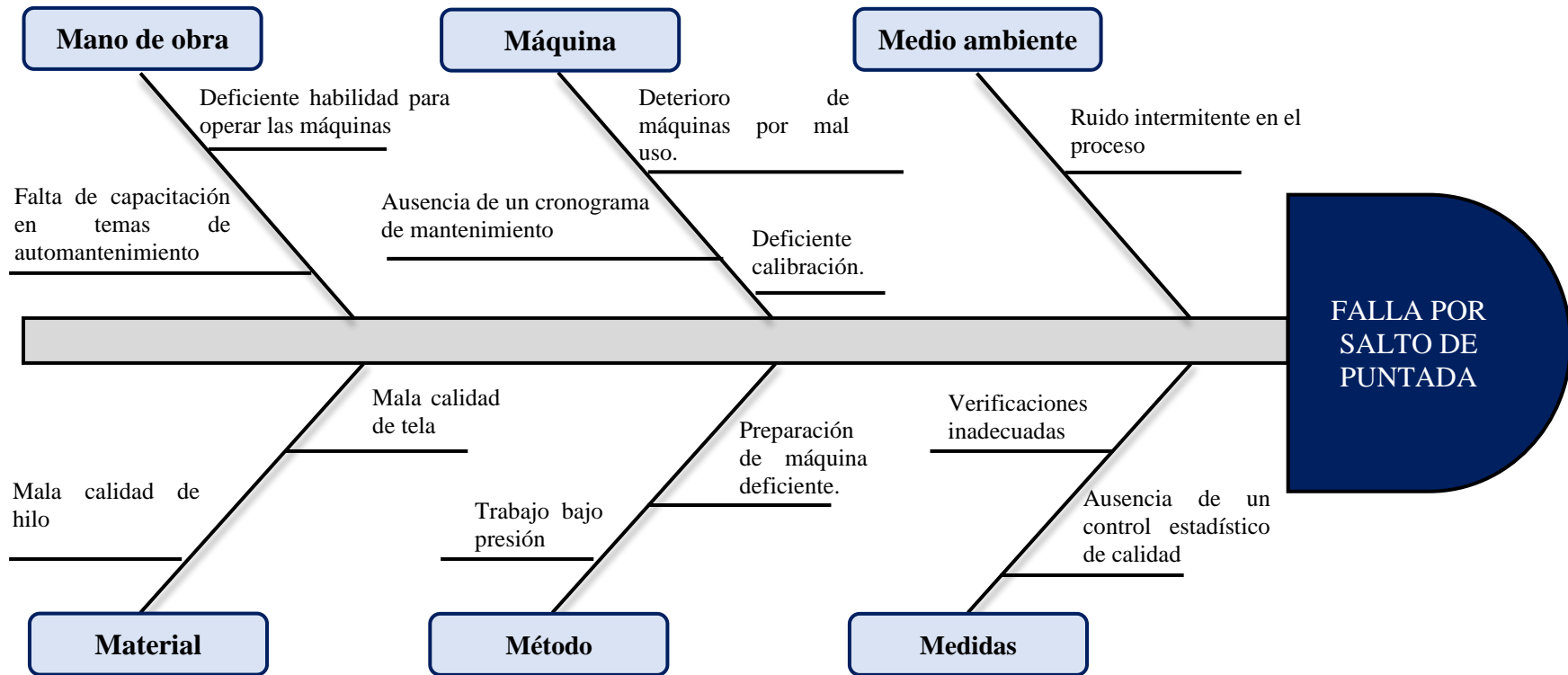
	<b>HERRAMIENTA DE LOS 5 ¿POR QUÉ?</b>				
	<b>Análisis 5 ¿por qué?</b>	<b>¿Por qué? 1</b>	<b>¿Por qué? 2</b>	<b>¿Por qué? 3</b>	<b>¿Por qué? 4</b>
<b>Factores que intervienen en fallas de puntada</b>	Falta de atención al estado de su equipo por parte del personal.	Ausencia de un programa de mantenimiento preventivo.	Falta de un cronograma de mantenimiento de cada máquina.	Trabajo no estandarizado en cuanto a mantenimiento.	Falta de compromiso de la alta dirección.

### 3. Emisión de alerta:



Ya identificadas las causas raíz del problema, el operario a cargo de la revisión de acuerdo con el cronograma de la tabla 64 debe alertar del problema suscitado dentro del proceso productivo. Para esto se realizará un informe técnico identificando las causas que provocaron el fallo, de acuerdo con las 6 M de calidad: mano de obra, máquina, medio ambiente, material, método, medidas.

Este informe debe tener un diagrama de Ishikawa, como se muestra en la siguiente figura 51:






**Figura 48.** Diagrama Ishikawa para identificar las causas raíz que originan saltos de puntada

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b>	
		<b>PÁGINA: 11/13</b>	


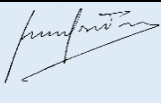
En la empresa RENOVA se maneja un formato de verificación de fallas que maneja el área de control de calidad, sin embargo, se propone el siguiente formato para emplearlo en las verificaciones planteadas en la tabla 68 para la emisión de alerta de las anomalías encontradas.



**Tabla 68.** Formato para el registro de fallas detectadas en el proceso.

	<b>Área</b>				<b>Fecha</b>		
	<b>Responsable</b>				<b>Firma</b>		
	<b>Número de verificación</b>				<b>Hora</b>		
N°	Tipo de falla en proceso	Producto	Factor		Situación actual	Situación ideal	Acción correctiva
			Humano	Máquina			
<b>Revisado por</b>					<b>Fecha de revisión</b>		
<b>Observación</b>							

En la tabla 69 se da a conocer la manera en que se deberá llenar el formato previo, para la fase de emisión de alerta del JIDOKA.

**Tabla 69.** Registro de fallas detectadas en el proceso


	<b>Área</b>		Confección		<b>Fecha</b>	01/02/2023	
	<b>Responsable</b>		Operador de calidad		<b>Firma</b>		
	<b>Número de verificación</b>		01		<b>Hora</b>	09h00-09h30	
N°	Tipo de falla en proceso	Producto	Factor		Situación actual	Situación ideal	Acción correctiva
			Humano	Máquina			
1	Falla por salto de puntada	Short Divina		x	La prenda Short Divina presenta un notable salto de puntada en la parte inferior del glúteo.	La prenda debe mantener un buen cocido, sin orificios ni sobresaltos de puntada.	Establecer un plan de acción sobre las máquinas empleadas en el proceso de confección de prendas.
<b>Revisado por</b>		Jefe de producción			<b>Fecha de revisión</b>		28/02/2023
<b>Observación</b>		N/A					

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01</b> <b>PÁGINA: 12/13</b>	

#### 4. Acciones sintomáticas:



De acuerdo con la acción correctiva presentada en la tabla 69, se propuso establecer un programa de mantenimiento productivo total que evite fallas por máquina, de este modo, en la tabla 70 que se muestra a continuación se establece un plan de acción para dar respuesta a la acción correctiva.

**Tabla 70.** Formato del plan de acción para la reducción y/o eliminación de fallas


		<b>Plan de acción para la reducción y/o eliminación de defectos en el proceso productivo</b>		
N°	Falla identificada	Causas principales	Acción correctiva	Fecha de atención
<b>Revisado por</b>				
<b>Fecha de revisión</b>				

Para que la metodología funcione es importante el compromiso de todos, ya que no se puede alcanzar una calidad total si no existe el apoyo de cada departamento que conforma la empresa.

En la tabla 71 se da a conocer la manera de registrar los datos en el formato de la tabla 70 respecto al plan de acción a ejecutarse para detener el alto índice de productos defectuosos, en el plan de acción que se propone se añade un apartado para las causas principales que facilite la toma de decisiones junto a la alta dirección, las cuales se desprenden del diagrama Ishikawa de la figura 48.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - JIDOKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-01 PÁGINA: 13/13</b>	

**Tabla 71.** Plan de acción para la reducción y/o eliminación de defectos en proceso

		Plan de acción para la reducción y/o eliminación de defectos en el proceso productivo		
N°	Falla identificada	Causas principales	Acción correctiva	Fecha de detección de falla
1	Falla por salto de puntada	Ausencia de un cronograma de mantenimiento Deficiente calibración. Deterioro de máquinas por mal uso.	Establecer un programa de mantenimiento productivo total que evite fallas por máquina con un cronograma que no afecte en la producción normal	01/02/2023
		Ausencia de un control estadístico de calidad	Emplear la metodología Six Sigma que permita tener un proceso medible y realizar un seguimiento mensual para conocer la variabilidad del proceso.	01/02/2023
<b>Revisado por</b>		Jefe de producción		
<b>Fecha de revisión</b>		10/02/2023		



Para la anomalía de salto de puntada en la referencia “Short Divina” mostrada en la figura 47, se tiene como causas principales, la ausencia de un cronograma de mantenimiento, una calibración deficiente de equipos, deterioro de máquinas por el mal uso que se las da por parte de los operarios para lo cual se propone como acción correctiva establecer un programa de mantenimiento productivo total, con un cronograma que no afecte la producción normal, así también, para dar atención a la ausencia de un control estadístico de calidad se propone emplear la metodología Six sigma que permita medir el proceso y conocer la inestabilidad que este tiene de manera mensual, para mejorar la toma de decisiones.



**HERRAMIENTA TPM PARA ELIMINAR EL  
DESPERDICIO DE DEFECTOS,  
REPROCESOS Y ESPERAS**



**HLM-02**

RE  
NO  
VA

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 2/27</b>	

## CONTENIDO

A. Objetivo.....	135
B. Alcance.....	135
C. Definiciones.....	135
D. Desarrollo.....	136
1. Fase de análisis inicial.....	138
2. Fase de planificación preliminar.....	141
3. Fase de ejecución.....	142
4. Fase de seguimiento y mejora.....	156

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 3/27</b>	

### A. Objetivo



Aumentar la disponibilidad del equipo, evitando paros inesperados en el normal funcionamiento de la planta y reducir el número de defectos que se generan por máquinas en mal estado en la empresa RENOVA.

### B. Alcance

La herramienta TPM involucra a las secciones de confección y de atraque donde intervienen máquinas que son factores claves en el proceso.

### C. Definiciones

- **Tiempo disponible:** Es el tiempo real empleado durante la jornada considerando el tiempo de planificación, descanso, etc, contemplado dentro del cronograma de trabajo.
- **Tiempo de parada:** Se conoce así al tiempo en que un equipo cesa su función por reparaciones o cambios en el producto contemplado dentro de la jornada normal de trabajo.
- **OEE:** La efectividad total de los equipos por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador que permite conocer la capacidad real para producir sin defectos.
- **Mantenimiento autónomo:** Son pequeñas reparaciones y tareas básicas que puede realizar el operario, como ajustes, regulación, lubricación y limpieza que evite daños en el equipo y paros inesperados.

	<b>EMPRESA RENNOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 4/27</b>	

#### D. Desarrollo

Se propone la herramienta TPM, debido al largo tiempo de espera que se origina por paros inesperados de máquinas que requieren de mantenimiento correctivo en el proceso productivo que, pese a no ocurrir con mucha frecuencia, es el factor que tiene el mayor impacto negativo por el tiempo empleado en reparación durante el mes de noviembre con un total de 995,10 minutos; así también, este tiempo de espera restringe a los demás procesos de atraque y pulido, control de calidad y empaque lo cual ocasiona tiempos de entrega tardíos hacia bodega de producto terminado y siendo uno de los factores por los que se tiene un tiempo de espera de 3011,15 minutos en esta área como se presenta en la tabla 72, de este modo, mediante la propuesta de aplicación de la metodología TPM se puede reducir estos tiempos improductivos y mejorar tanto la calidad de los productos como el rendimiento del proceso en general, eliminando paros inesperados como el que se muestra en la figura 49.



**Figura 49.** Paro inesperado por daño interno en máquina overlock

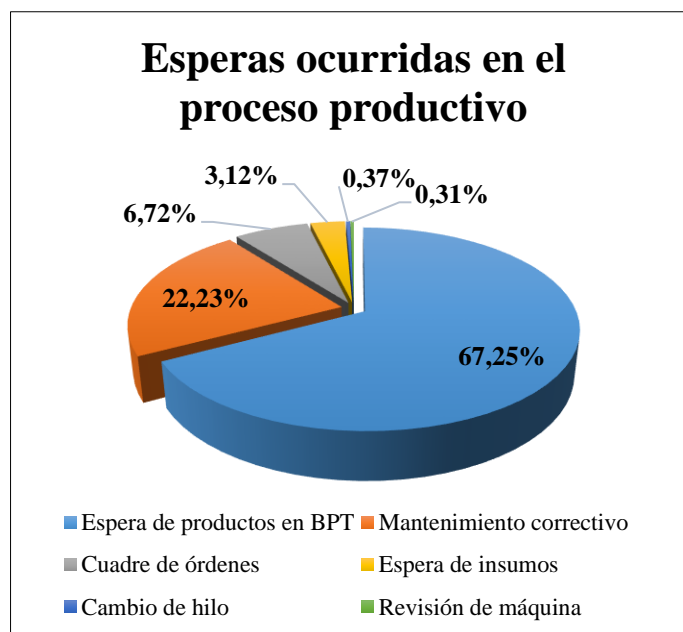
Las máquinas en las que se suscitaron paros inesperados durante el mes de estudio fueron: overlock, unidora y atracadora, principalmente por atrancamiento de hilo, por lo que se establecerán medidas para el automantenimiento de equipos.





**Tabla 72.** Esperas comunes en el proceso productivo con el tiempo total empleado

Esperas comunes	Tiempo total de espera (minutos)	Porcentaje de participación
Espera de productos en BPT	3011,15	67,25%
Mantenimiento correctivo	995,10	22,23%
Cuadre de órdenes	300,90	6,72%
Espera de insumos	139,65	3,12%
Cambio de hilo	16,68	0,37%
Revisión de máquina	13,77	0,31%

Los porcentajes de participación de cada tipo de espera ocurrida en el proceso se los realizó de acuerdo con el tiempo improductivo por lo cual se puede conocer que el 67,25% y 22,23% del tiempo improductivo se debe a esperas de productos en bodega de producto terminado y esperas por mantenimiento correctivo respectivamente.



**Figura 50.** Porcentaje de esperas ocurridas en el proceso productivo en el mes de noviembre

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 6/27</b>	

## 1. Fase de análisis inicial

Tanto para el análisis inicial como para la fase de seguimiento de la presente herramienta se empleará el indicador de eficiencia global de los equipos o más conocido como OEE por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness) que es el producto entre disponibilidad, rendimiento y calidad, en el mes de noviembre, para lo cual se empleará la ecuación 7.

### 1.1. Índice de disponibilidad



Para conocer el índice de disponibilidad es necesario saber el tiempo total disponible que es la duración de la jornada desde el ingreso hasta la salida del trabajador y el tiempo de parada por averías, hora de almuerzo, descansos, esperas, etc.

La jornada de trabajo es de 8h00 a 17h00 lo que suma un total de 9 horas por jornada, y en cuanto al tiempo de parada se consideran las averías ocurridas en el mes de noviembre, la hora de almuerzo y el lunch que tienen los operarios en la mañana como se muestra en la tabla 73.

**Tabla 73.** Tiempo de parada total del mes de noviembre

Factor	Minutos	Hora
Avería de máquina overlock	479,1	7,99
Avería de máquina unidora	240,43	4,01
Avería de máquina atracadora (x2)	275,57	4,59
Almuerzo (60 min/día) *22 días	1320	22,00
Lunch en la mañana (10 min/día) *22 días	220	3,67
<b>Total</b>	<b>2535,1</b>	<b>42,25</b>

Con los datos previos, procedemos a calcular el índice de disponibilidad considerando el tiempo disponible de acuerdo con los días hábiles del mes de noviembre, los tiempos de parada de la tabla 72 y el tiempo productivo que resulta de la diferencia entre el tiempo disponible y el tiempo de parada, para lo cual se empleará la ecuación 8.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 7/27</b>	

**Tabla 74.** Cálculo del índice de disponibilidad

<b>ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD</b>		
<b>a</b>	Tiempo total disponible (9 horas*22 días hábiles)	198,00 horas
<b>b</b>	Tiempo de parada total (tabla 66)	42,25 horas
<b>c</b>	Tiempo productivo (a-b)	155,75 horas
<b>d</b>	Índice de disponibilidad [(c/a) *100]	<b>78,66%</b>

$$\text{Índice de Disponibilidad} = \left( \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo total disponible}} \right) \times 100 \quad (8)$$

$$\text{Índice de Disponibilidad} = \left( \frac{155,75 \text{ horas}}{198 \text{ horas}} \right) \times 100$$

$$\text{Índice de Disponibilidad} = 78,66\%$$

## 1.2. Índice de rendimiento

Para calcular el índice de rendimiento es necesario conocer la producción prevista y la producción real que se obtiene en base al tiempo productivo calculado con anterioridad utilizando la ecuación 9 como se muestra a continuación:



**Tabla 75.** Cálculo del índice de rendimiento

<b>ÍNDICE DE RENDIMIENTO</b>		
<b>a</b>	Capacidad de producción/día	175 prendas/día
<b>b</b>	Días hábiles de trabajo en el mes de noviembre	22 días
<b>c</b>	Producción prevista (a*b)	3850 prendas
<b>d</b>	Capacidad productiva/ hora	22 prendas/hora
<b>e</b>	Tiempo productivo (tabla 67)	155,75 horas
<b>f</b>	Producción real (d*e)	3481 prendas
<b>g</b>	Índice de rendimiento [(f/c) *100]	<b>90,42%</b>

$$\text{Índice de Rendimiento} = \left( \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción prevista}} \right) \times 100 \quad (9)$$

$$\text{Índice de Rendimiento} = \left( \frac{3481 \text{ prendas}}{3850 \text{ prendas}} \right) \times 100$$

$$\text{Índice de Rendimiento} = 90,42\%$$

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 8/27</b>	

### 1.3. Índice de calidad

El índice de calidad se calcula de acuerdo con la producción real obtenida previamente en la tabla 75 y de acuerdo con la cantidad de prendas defectuosas, información que fue obtenida de acuerdo con los archivos de producción para el mes de noviembre.

**Tabla 76.** Cálculo del índice de calidad

<b>ÍNDICE DE CALIDAD</b>		
<b>a</b>	Producción real	3481 prendas
<b>b</b>	N° total de prendas defectuosas	814 prendas
<b>c</b>	Cantidad de prendas buenas (a-b)	2667 prendas
<b>d</b>	Índice de calidad (c/a)	<b>76,62%</b>

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Cantidad de productos buenos}}{\text{Producción real}} \times 100 \quad (10)$$

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{2667 \text{ prendas}}{3481 \text{ prendas}} \times 100$$

$$\text{Índice de Calidad} = 76,62\%$$



### 1.4 Cálculo del OEE

Conocidos los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad se procede a calcular el OEE, mediante la multiplicación de cada uno de estos índices, para lo cual se empleará la ecuación 7 como se muestra a continuación

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \quad (7)$$

$$\text{OEE} = 78,66\% \times 90,42\% \times 76,62\%$$

$$\text{OEE} = 54,44\%$$

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 9/27</b>	

### 1.4.1 Interpretación del valor de OEE obtenido

Los índices que presentan un menor porcentaje son disponibilidad y calidad con 78,66% y 76,62% respectivamente, lo que reduce la eficiencia global del equipo, de esto modo, el porcentaje de eficiencia total obtenido es de 54,44% que recibe el calificativo de inaceptable de acuerdo con la tabla 77, lo que significa que la empresa está teniendo importantes pérdidas económicas, que resulta en una baja competitividad, por lo que se deberán tomar medidas urgentes para mejorar el OEE.

**Tabla 77.** Rangos de competitividad del OEE en la empresa.

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	<b>Inaceptable</b>	<b>Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.</b>
65% < OEE < 75%	<b>Regular</b>	Pérdidas económicas. Aceptable solo si están en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	<b>Aceptable</b>	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	<b>Buena</b>	Buena competitividad.
OEE > 95%	<b>Excelente</b>	Competitividad excelente.



## 2. Fase de planificación preliminar

### 2.1. Compromiso de la Alta Dirección

La Alta Dirección es quien toma las decisiones en bien de la organización, por lo que es indispensable que las personas que forman parte de esta brinden apoyo y seguimiento a la siguiente propuesta, que permita eliminar las averías inesperadas de equipos y a la vez mejore la calidad de los productos reduciendo el número de defectos provocados por el factor máquina.

### 2.2. Compromiso de los trabajadores

Los trabajadores deberán comprender la importancia de dar un mantenimiento adecuado a su equipo, dado que es su principal herramienta de trabajo y la responsable de transformar los insumos y telas en prendas para el uso de los clientes, por lo que se

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b>	
	<b>LM - TPM</b>	<b>PÁGINA: 10/27</b>	

deberá contar con personal comprometido con la organización, flexible y sin temor al cambio, que apoye la propuesta y cumpla los requerimientos propuestos en el presente manual que permita tener equipos con una alta disponibilidad y aumente el rendimiento y calidad de productos.

### **3. Fase de ejecución**

#### **3.1. Plan de mantenimiento autónomo**

En el presente estudio se pudo conocer que el 44% de fallas ocurridas en el proceso productivo se debían a fallas en los equipos como lo muestra la figura 29, de este valor, mediante un diagrama de Pareto mostrado en la figura 33, se identificó que las máquinas que causaban mayor impacto negativo eran overlock, unidora, y recta, lo cual se corroboró posteriormente tras cuantificar los niveles de desperdicio por esperas en donde se observó en la semana 1 una avería de máquina overlock, en la semana 2 ocurrió un fallo mecánico en la máquina unidora y en las semanas 3 y 4 se presentó un desperfecto en la atracadora, por lo cual se propondrá un plan de mantenimiento autónomo considerando los siguientes equipos:

- Plan de mantenimiento autónomo para máquina overlock
- Plan de mantenimiento autónomo para máquina unidora
- Plan de mantenimiento autónomo para máquina recta
- Plan de mantenimiento autónomo para máquina atracadora



##### **3.1.1. Plan de mantenimiento autónomo para máquina overlock**

El 39,18 % de fallas por “factor máquina” se da por máquina overlock de acuerdo con la tabla 44, por lo cual, a continuación, se establecerán recomendaciones para la preparación y automantenimiento de equipos al inicio, durante y al finalizar la jornada, y bajo este mismo criterio se establecerán los check list correspondientes a cada equipo.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> LM - TPM	<b>CÓDIGO:</b> HLM-02 <b>PÁGINA:</b> 11/27	

En el check list propuesto se incluye el tiempo teórico que se deberá emplear para cada actividad de mantenimiento autónomo acorde a cada tipo de máquina utilizada.

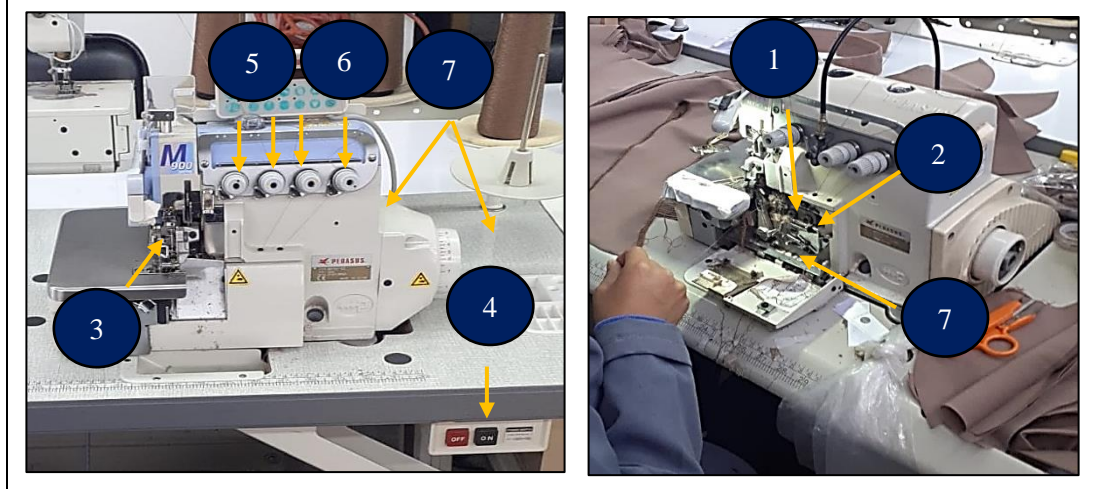
**Tabla 78.** Check list de mantenimiento autónomo para máquina overlock propuesto.

	<b>CHECK LIST DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA OVERLOCK</b>		
<b>Operario</b>	Nombre completo del operario	<b>Fecha</b>	01/03/2023
<b>Área</b>	Confección	<b>Módulo</b>	01
Ítem	Puntos a revisar	Check	Tiempo (min)
1	Ajustar puntos de tensión de acuerdo con la elasticidad del hilo y tornillos que estén flojos.	✓	2 min
2	Lubricar articulaciones internas de la máquina.	✓	2 min
3	Cambiar aguja al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste.	✓	1,5 min
4	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela.	✓	1,5 min
5	Tensor perillas si se observa que la costura está floja.	✓	0,5 min
6	Aflojar perillas cuando la tela o el hilo es más grueso.	✓	0,5 min
7	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.	✓	6 min
<b>Tiempo total disponible para mantenimiento autónomo</b>			<b>14 min</b>

**Nota:** Si se observan anomalías atípicas durante las inspecciones dar aviso al jefe de producción y anotar en observaciones.

**Observaciones:**

Durante el proceso de inspección se observaron algunos tornillos oxidados en las articulaciones.





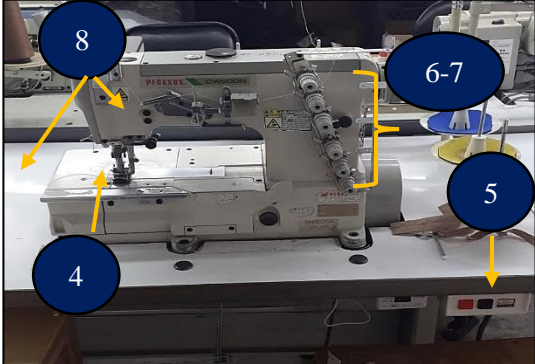
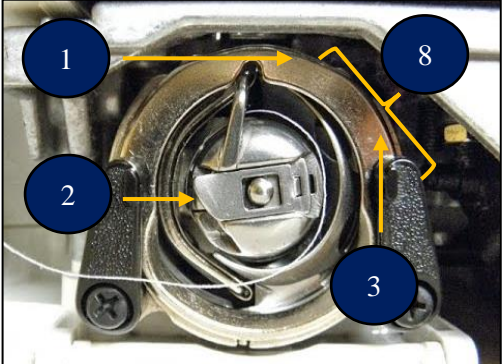


	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 12/27</b>	



### 3.1.2. Plan de mantenimiento autónomo para máquina unidora

El 25,74 % de fallas por “factor máquina” se da por máquina unidora de acuerdo con la tabla 34, por lo cual, a continuación, se establecerán recomendaciones el automantenimiento del equipo al inicio, durante y al término de la jornada.

**Tabla 79.** Check list de mantenimiento autónomo para máquina unidora propuesto.

	<b>CHECK LIST DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA UNIDORA</b>		
<b>Operario</b>	Nombre completo del operario	<b>Fecha</b>	01/03/2023
<b>Área</b>	Confección	<b>Módulo</b>	01
Ítem	Puntos a revisar	Check	Tiempo (min)
1	Revisar que no existan fugas de aceite.	✓	1 min
2	Asegurar que el hilo bobinado interno contenido en el carretel esté sujeto correctamente y no se encuentre enredado o atascado.	✓	1 min
3	Lubricar articulaciones y placas internas de la máquina.	✓	1,5 min
4	Cambiar las dos agujas al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste.	✓	2 min
5	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela.	✓	1,5 min
6	Tensar perillas si se observa que la costura está floja.	✓	0,5 min
7	Aflojar perillas cuando la tela o el hilo es más grueso.	✓	0,5 min
8	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.	✓	6 min
<b>Tiempo total disponible para mantenimiento autónomo</b>			<b>14 min</b>
<b>Nota:</b> Si se observan anomalías atípicas durante las inspecciones dar aviso al jefe de producción y anotar en observaciones.			
<b>Observaciones:</b> N/A			
			





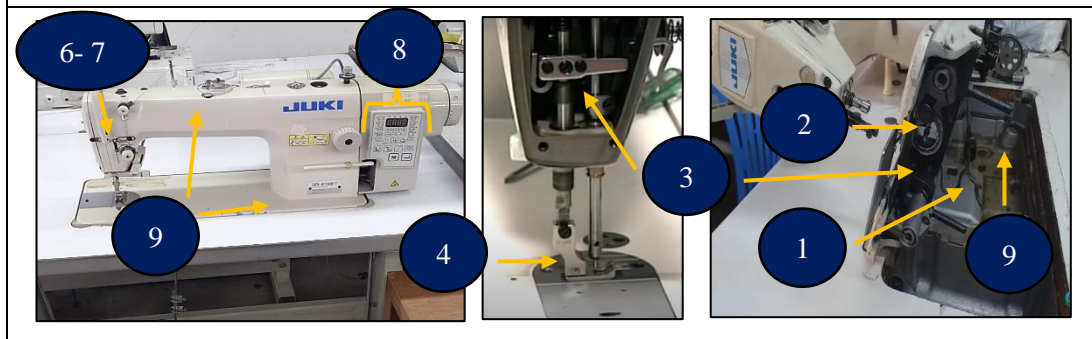
	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> LM - TPM	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 13/27</b>	



### 3.1.3. Plan de mantenimiento autónomo para máquina recta

El 16,23 % de fallas por “factor máquina” se da por máquina unidora de acuerdo con la tabla 34, por lo cual, a continuación, se establecerán recomendaciones para automantenimiento del equipo al inicio, durante y finalización de la jornada.

**Tabla 80.** Check list de mantenimiento autónomo para máquina recta propuesto.

	<b>CHECK LIST DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA RECTA</b>		
<b>Operario</b>	Nombre completo del operario	<b>Fecha</b>	01/03/2023
<b>Área</b>	Confección	<b>Módulo</b>	01
Ítem	Puntos a revisar	Check	Tiempo (min)
1	Revisar que no existan fugas de aceite.	✓	1 min
2	Asegurar que el hilo bobinado interno contenido en el carretel esté sujeto correctamente y no se encuentre enredado o atascado.	✓	1 min
3	Lubricar articulaciones y placas internas de la máquina.	✓	1,5 min
4	Cambiar aguja al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste	✓	1,5 min
5	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela.	✓	1,5 min
6	Tensar perilla si se observa que la costura está floja.	✓	0,5 min
7	Aflojar perilla cuando la tela o el hilo es más grueso.	✓	0,5 min
8	Regular el número de puntadas con el panel de control de la máquina hasta un máximo de 3.	✓	0,5 min
9	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.	✓	6 min
<b>Tiempo total disponible para mantenimiento autónomo</b>			<b>14 min</b>
<b>Nota:</b> Si se observan anomalías atípicas durante las inspecciones dar aviso al jefe de producción y anotar en observaciones.			
<b>Observaciones:</b> N/A			



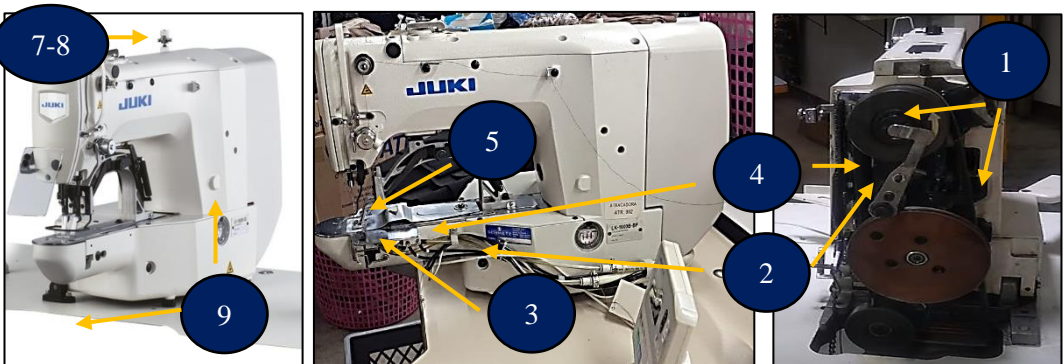


	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> LM - TPM	<b>CÓDIGO:</b> HLM-02 <b>PÁGINA:</b> 14/27	

### 3.1.4. Plan de mantenimiento autónomo para máquina atracadora

El 3,61 % de fallas por “factor máquina” se da por máquina atracadora de acuerdo con la tabla 34, y se toma en cuenta este equipo en el presente manual debido a los paros inesperados ocurridos durante la semana 3 y semana 4 del mes de noviembre.


**Tabla 81.** Check list de mantenimiento autónomo para máquina atracadora propuesto.



	<b>CHECK LIST DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA ATRACADORA</b>		
<b>Operario</b>	Nombre completo del operario	<b>Fecha</b>	01/03/2023
<b>Área</b>	Atraque y pulido	<b>Módulo</b>	N/O
Ítem	Puntos a revisar	Check	Tiempo (min)
1	Revisar el estado de las correas y limpiar poleas	✓	2 min
2	Revisar que no existan fugas de aceite.	✓	1 min
3	Asegurar que el hilo bobinado interno contenido en el carretel esté sujeto correctamente y no se encuentre enredado o atascado.	✓	1 min
4	Lubricar articulaciones y placas internas de la máquina.	✓	1,5 min
5	Cambiar aguja al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste	✓	1,5 min
6	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante remates en desperdicios de tela.	✓	1,5 min
7	Tensar perilla si se observa que la costura está floja.	✓	0,5 min
8	Aflojar perilla cuando la tela o el hilo es más grueso.	✓	0,5 min
9	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.	✓	4,5 min
<b>Tiempo total disponible para mantenimiento autónomo</b>			<b>14 min</b>
<b>Nota:</b> Si se observan anomalías atípicas durante las inspecciones dar aviso al jefe de producción y anotar en observaciones.			
<b>Observaciones:</b> N/A			
			

### 3.1.5 Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina overlock

A continuación, se da a conocer el formato que se deberá emplear para llevar a cabo el registro del mantenimiento autónomo realizado por el operario.

**Tabla 82.** Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina overlock en el mes de marzo


REGISTRO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA OVERLOCK																																	
Operario	Nombre completo	Área	Confección	N° Máquina	01				Mes				03				Año	23															
Actividades de mantenimiento autónomo			Día																														
Ítem	Antes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Ajustar puntos de tensión de acuerdo con la elasticidad del hilo y tornillos que estén flojos.																																
2	Lubricar articulaciones internas de la máquina.																																
3	Cambiar aguja al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste.																																
4	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela.																																
Ítem	Durante																																
5	Tensar perillas si se observa que la costura está floja.																																
6	Aflojar perillas cuando la tela o el hilo es más grueso.																																
Ítem	Al finalizar el turno																																
7	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.																																
<b>Revisado por</b>			Jefe de producción														<b>Fecha</b>				31/03/2023												
<b>Observaciones</b>			N/A																														

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b>	
		<b>PÁGINA: 16/27</b>	

### 3.1.6 Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina unidora

A diferencia de las funciones anteriores para el mantenimiento autónomo de máquina unidora se añade la revisión del nivel de aceite como actividad preliminar.

**Tabla 83.** Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina unidora en el mes de marzo

<b>REGISTRO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA UNIDORA</b>																																
Operario	Nombre completo	Área	Confección	N° Máquina	01	Mes	03	Año	23																							
<b>Actividades de mantenimiento autónomo</b>		<b>Día</b>																														
Ítem	Antes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Revisar que no existan fugas de aceite.																															
2	Asegurar que el hilo bobinado interno contenido en el carretel esté sujeto correctamente y no se encuentre enredado o atascado.																															
3	Lubricar articulaciones y placas internas de la máquina.																															
4	Cambiar las dos agujas al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste.																															
5	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela																															
Ítem	Durante																															
6	Tensar perillas si se observa que la costura está floja.																															
7	Aflojar perillas cuando la tela o el hilo es más grueso.																															
Ítem	Al finalizar el turno																															
8	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.																															
<b>Revisado por</b>		Jefe de producción															<b>Fecha</b>					31/03/2023										
<b>Observaciones</b>		N/A																														

### 3.1.7 Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina recta

Para el mantenimiento autónomo de recta se agrega como actividad preliminar el regular el número de puntadas hasta un máximo de 3 con el panel de control.


**Tabla 84.** Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina recta en el mes de marzo

<b>REGISTRO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA RECTA</b>																																	
Operario	Nombre completo	Área	Confección	N° Máquina	01		Mes		03		Año		23																				
Actividades de mantenimiento autónomo			Día																														
Ítem	Antes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Revisar que no existan fugas de aceite.																																
2	Asegurar que el hilo bobinado interno contenido en el carretel esté sujeto correctamente y no se encuentre enredado o atascado.																																
3	Lubricar articulaciones y placas internas de la máquina.																																
4	Cambiar las dos agujas al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste.																																
5	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela																																
6	Regular el número de puntadas con el panel de control de la máquina hasta un máximo de 3																																
Ítem	Durante																																
7	Tensar perillas si se observa que la costura está floja.																																
8	Aflojar perillas cuando la tela o el hilo es más grueso.																																
Ítem	Al finalizar el turno																																
9	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.																																
<b>Revisado por</b>		Jefe de producción															<b>Fecha</b>					31/03/2023											
<b>Observaciones</b>		N/A																															

### 3.1.8 Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina atracadora

Para el mantenimiento autónomo de máquina atracadora a diferencia de los demás equipos en esta se deberá revisar inicialmente el estado de las correas y poleas.

**Tabla 85.** Cronograma mensual de mantenimiento autónomo de máquina atracadora en el mes de marzo

REGISTRO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MÁQUINA ATRACADORA																																	
Operario	Nombre completo	Área	Atraque y pulido	N° Máquina	01		Mes		03		Año		23																				
Actividades de mantenimiento autónomo			Día																														
Ítem	Antes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Revisar el estado de las correas y limpiar poleas																																
2	Revisar que no existan fugas de aceite.																																
3	Asegurar que el hilo bobinado interno contenido en el carretel esté sujeto correctamente y no se encuentre enredado o atascado.																																
4	Lubricar articulaciones y placas internas de la máquina.																																
5	Cambiar las dos agujas al inicio de la jornada y realizar un correcto ajuste.																																
6	Encender la máquina y realizar pruebas de tensión de hilo, mediante costura en desperdicios de tela																																
Ítem	Durante																																
7	Tensar perillas si se observa que la costura está floja.																																
8	Aflojar perillas cuando la tela o el hilo es más grueso.																																
Ítem	Al finalizar el turno																																
9	Realizar una limpieza interna y externa de la máquina, retirando polvo y pelusillas de debajo de la placa de la aguja y eliminando suciedad y grasa de carcasa externa y tablero del equipo.																																
<b>Revisado por</b>			Jefe de producción															<b>Fecha</b>					31/03/2023										
<b>Observaciones</b>			N/A																														



	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02 PÁGINA: 19/27</b>	

### 3.1.9. Presupuesto anual para mantenimiento autónomo

Para llevar a cabo el plan de mantenimiento autónomo se han considerado los materiales y herramientas más necesarias para cada operador de máquina con proyección a un año de duración, en este caso se tiene un total de 8 máquinas distribuidas en confección y atraque con 6 y 2 equipos respectivamente. El costo anual de estos materiales se los presenta en la tabla 86.

**Tabla 86.** Presupuesto anual de materiales y herramientas para mantenimiento autónomo

<b>Materiales y herramientas necesarias para el mantenimiento autónomo de los equipos</b>				
Componentes	Precio	Cantidad requerida	Subtotal	Imagen
<b>Waype industrial</b>	\$ 8,50	2	\$ 17,00	
<b>Brocha 1 pulgada</b>	\$ 0,30	8	\$ 2,40	
<b>Brocha 8 pulgadas</b>	\$ 1,10	8	\$ 8,80	
<b>Aceite universal multiuso</b>	\$ 1,85	96 (8 x 12)	\$ 177,60	
<b>Juego de destornilladores</b>	\$ 14,90	8	\$ 119,20	
<b>Costo Total</b>			<b>\$ 325,00</b>	

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 20/27</b>	



### 3.2. Plan de mantenimiento preventivo

Para realizar el mantenimiento preventivo se deberá tomar en cuenta las condiciones del fabricante e identificar los componentes que se desgastan con mayor rapidez y cambiarlas cada cierto tiempo, esté en condiciones operables o no, dado que con el uso diario que se da a las máquinas las piezas van perdiendo su vida útil, y esto se evidencia en las paradas inesperadas ocurridas que se han dado precisamente por ruptura y desgaste de componentes que parecían tener buenas condiciones, por lo cual, mediante este tipo de mantenimiento se podrá adelantar a la ocurrencia de falla y tener un equipo funcionando en condiciones óptimas y sin generar paros inesperados durante muchos años, lo cual mejorará el flujo productivo.

**Tabla 87.** Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina overlock requeridos al año

Componentes de mayor desgaste en máquina overlock				
Componentes	Precio	Cantidad requerida	Subtotal	Imagen
<b>Placa de aguja</b>	\$15,50	2	\$ 31,00	
<b>Áncora inferior</b>	\$16,91	2	\$ 33,82	
<b>Áncora superior</b>	\$31,63	2	\$ 63,26	
<b>Prensatela</b>	7,45	2	14,90	
<b>Costo total</b>			<b>\$ 142,98</b>	



	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b>	
	<b>LM - TPM</b>	<b>PÁGINA: 21/27</b>	


Se tiene un valor total de \$ 142,98 en costos de los repuestos de mayor desgaste, en los cuales se establecerá un cambio anual, de acuerdo con el estado en que se encuentren los componentes, una vez implementado el programa de mantenimiento autónomo que tiene la ventaja de mantener componentes en buen estado por mucho más tiempo.



**Tabla 88.** Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina unidora requeridos al año

Componentes de mayor desgaste en máquina unidora				
Componentes	Precio	Cantidad requerida	Subtotal	Imagen
<b>Carretel bobina metálica</b>	\$6,46	2	\$ 12,92	
<b>Placa de aguja</b>	\$16,00	2	\$ 32	
<b>Prensatela</b>	\$ 45,00	2	\$ 90	
<b>Costo total</b>			<b>\$ 134,92</b>	

Para el mantenimiento preventivo de la máquina unidora se tiene un costo de \$ 134,92.

**Tabla 89.** Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina recta requeridos al año

Componentes de mayor desgaste en máquina recta				
Componentes	Precio	Cantidad requerida	Subtotal	Imagen
<b>Carretel bobina metálica</b>	\$6,46	2	\$ 12,92	

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b>	
	<b>LM - TPM</b>	<b>PÁGINA: 22/27</b>	



**Tabla 89.** Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina recta requeridos al año (continuación 1)

Componentes	Precio	Cantidad requerida	Subtotal	Imagen
<b>Placa de aguja</b>	\$9,90	2	\$ 32,00	
<b>Prensatela</b>	\$ 8,23	2	\$ 16,46	
<b>Costo total</b>			<b>\$ 49,18</b>	

Los repuestos de mayor desgaste de la máquina recta son el carretel bobina metálica, la placa de aguja y prensatela, con un costo total de 49,18 para mantenimiento preventivo.

**Tabla 90.** Presupuesto para componentes de mayor desgaste en máquina atracadora requeridos al año

Componentes de mayor desgaste en máquina atracadora				
Componentes	Precio	Cantidad requerida	Subtotal	Imagen
<b>Carretel bobina metálica</b>	\$6,46	2	\$ 12,92	
<b>Placa de alimentación</b>	\$4,00	2	\$ 8,00	
<b>Prensatela</b>	\$ 7,80	2	\$ 15,60	
<b>Costo total</b>			<b>\$ 48,32</b>	

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 23/27</b>	

### 3.2.1. Planificación de actividades de mantenimiento preventivo



Parte del mantenimiento preventivo es dar seguimiento a las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios por tal razón se añade al cronograma anual de actividades de mantenimiento productivo total el indicador de eficiencia global de los equipos OEE y también se propone realizar informes mensual, trimestral y semestral del estado actual de los equipos donde incluirán los gráficos de tendencia del indicador que se han ido comparando, así también se establece el cambio de componentes de manera anual como se muestra en la tabla 91.

**Tabla 91.** Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo.

Periodo	Actividades			Responsable/s
<b>Mensual</b>	Revisión de las fichas de registro diario de mantenimiento autónomo de los operarios	Medición OEE	Informe mensual del estado de los equipos	Jefe de producción y jefa de talento humano.
<b>Trimestral</b>	Revisión del estado actual de componentes	Comparación OEE mediante gráficos de tendencia	Informe del estado trimestral de los equipos	Jefe de producción y jefa de talento humano.
<b>Semestral</b>	Revisión del estado actual de componentes	Comparación OEE mediante gráficos de tendencia	Informe del estado semestral de los equipos	Jefe de producción, jefa de talento humano y técnico de mantenimiento.
<b>Anual</b>	Cambio de áncoras	Cambio de prensatelas y carretes bobinados metálicos	Cambio de placas de aguja y placa de alimentación	Jefe de producción y/o técnico de mantenimiento.

### 3.3. Análisis económico de la propuesta

Para conocer el presupuesto de la presente propuesta, primero se realiza una tabla resumen de los costos para el mantenimiento preventivo añadido la mano de obra anual que correspondería al técnico de mantenimiento para cambio de componentes como se muestra en la tabla 92.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 24/27</b>	

**Tabla 92.** Costo anual para mantenimiento preventivo propuesto

Máquina	Costo de mantenimiento
Overlock	\$ 142,98
Unidora	\$ 134,92
Recta	\$ 49,18
Atracadora	\$ 48,32
Técnico de mantenimiento	\$ 30,00
<b>Total</b>	<b>\$ 405,40</b>

En la tabla 92 se establece un costo total anual de \$ 405,40 para mantenimiento preventivo, mientras que en la tabla 86 correspondiente a los materiales y herramientas para el mantenimiento autónomo se presenta un costo total anual de \$ 325,00 dando un total de \$730,40 al año para llevar a cabo la propuesta TPM, sin embargo realizando el análisis de costo mensual se tiene un total de \$ 60,87 como se muestra en la tabla 93 que sería accesible para la organización y estaría dentro del presupuesto destinado a mantenimiento, lo cual representaría un beneficio en cuanto a calidad de los productos, reducción y/o eliminación de tiempos muertos, mejor flujo productivo y una vida útil más prolongada de los equipos.

**Tabla 93.** Análisis económico de la propuesta TPM

Tipo de mantenimiento	Costo anual	Costo mensual
Mantenimiento autónomo	\$ 325,00	\$ 27,08
Mantenimiento preventivo	\$ 405,40	\$ 33,78
<b>Costo para la implementación del TPM</b>	<b>\$ 730,40</b>	<b>\$ 60,87</b>



#### 4. Fase de seguimiento y mejora

**Tabla 94.** Indicador para la implementación TPM

Indicador del TPM	Fórmula	Frecuencia	Responsable
Eficiencia Global de los Equipos (OEE)	Disponibilidad x Eficiencia x Calidad	Mensual	Jefe de Producción

##### 4.1. Índice de disponibilidad futuro

Como se dio a conocer anteriormente la jornada de trabajo es de 8h00 a 17h00 lo que suma un total de 9 horas, de estas 9 horas se resta la hora de almuerzo y el tiempo de 10 minutos de descanso que tienen los operarios en la mañana, a diferencia del OEE actual se asume que con la puesta en marcha de la presente herramienta se eliminen los paros y averías en el proceso y mejore el índice de eficiencia global, como sigue:

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 25/27</b>	

**Tabla 95.** Tiempos de parada propuesta eliminando paros y averías

Factor	Minutos	Hora
Almuerzo (60 min/día) *22 días	1320	22,00
Lunch en la mañana (10 min/día) *22 días	220	3,67
<b>Total</b>	<b>1540</b>	<b>25,67</b>

Con los datos previos, procedemos a calcular el índice de disponibilidad considerando el tiempo disponible de acuerdo con los días hábiles del mes de noviembre, los tiempos de parada de la tabla 95 y el tiempo productivo que resulta de la diferencia entre el tiempo disponible y el tiempo de parada, para lo cual se empleará la ecuación 8.

**Tabla 96.** Cálculo del índice de disponibilidad futuro

ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD		
<b>a</b>	Tiempo total disponible (9 horas*22 días hábiles)	198 horas
<b>b</b>	Tiempo de parada total (tabla 66)	25,52 horas
<b>c</b>	Tiempo productivo (a-b)	172,48 horas
<b>d</b>	Índice de disponibilidad [(c/a) *100]	<b>87,11%</b>

$$\text{Índice de Disponibilidad} = \left( \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo total disponible}} \right) \times 100 \quad (8)$$

$$\text{Índice de Disponibilidad} = \left( \frac{172,48 \text{ horas}}{198 \text{ horas}} \right) \times 100$$



$$\text{Índice de Disponibilidad} = 87,11\%$$

#### 4.2. Índice de rendimiento futuro

Para calcular el índice de rendimiento es necesario conocer la producción prevista y la producción real que se obtiene en base al tiempo productivo calculado con anterioridad, para lo cual se empleará la ecuación 9 como se muestra a continuación:

**Tabla 97.** Cálculo del índice de rendimiento

ÍNDICE DE RENDIMIENTO		
<b>a</b>	Capacidad de producción/día	175 prendas/día
<b>b</b>	Días hábiles de trabajo en el mes de noviembre	22 días
<b>c</b>	Producción prevista (a*b)	3850 prendas
<b>d</b>	Capacidad productiva/ hora	22 prendas/hora
<b>e</b>	Tiempo productivo (tabla 67)	172,48 horas
<b>f</b>	Producción real (d*e)	3850 prendas
<b>g</b>	Índice de rendimiento [(f/c) *100]	<b>100%</b>

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> LM - TPM	<b>CÓDIGO: HLM-02</b> <b>PÁGINA: 26/27</b>	

$$\text{Índice de Rendimiento} = \left( \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción prevista}} \right) \times 100 \quad (9)$$

$$\text{Índice de Rendimiento} = \left( \frac{3850 \text{ prendas}}{3850 \text{ prendas}} \right) \times 100$$

$$\text{Índice de Rendimiento} = 100 \%$$

### 4.3 Índice de calidad futuro

Para el índice de calidad futuro se sabe que el 44 % de los defectos en la Empresa Renova se originan por factor máquina por lo cual, mediante la presente propuesta se espera eliminar los defectos causados por este factor, obteniendo así el siguiente valor:

**Tabla 98.** Cálculo del índice de calidad

<b>ÍNDICE DE CALIDAD</b>		
<b>a</b>	Producción real	3850 prendas
<b>b</b>	Nº total de prendas defectuosas	814 prendas
<b>c</b>	Productos buenos eliminando el 44% de defectos por factor máquina	456 prendas
<b>d</b>	Cantidad de prendas buenas (a-c)	3394 prendas
<b>e</b>	Índice de calidad (d/a)	<b>88,16 %</b>



$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Cantidad de productos buenos}}{\text{Producción real}} \times 100 \quad (10)$$

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{3394 \text{ prendas}}{3850 \text{ prendas}} \times 100$$

$$\text{Índice de Calidad} = 88,16 \%$$

### 4.4. Cálculo del OEE futuro

Conocidos los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad se procede a calcular el OEE, mediante la multiplicación de cada uno de estos índices, para lo cual se empleará la ecuación 7 como se muestra a continuación:

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-02 PÁGINA: 27/27</b>	

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (7)$$

$$OEE = 87,11\% \times 100\% \times 88,16\%$$

$$OEE = 76,80\%$$

#### 4.4.1. Interpretación del valor del OEE futuro

Se tienen porcentajes altos de disponibilidad, rendimiento y calidad lo cual se lograría tras la puesta en marcha de la propuesta, teniendo para este caso un OEE de 76,80%, cuyo valor está dentro del nivel aceptable de la tabla 99 del índice de eficiencia global.

**Tabla 99.** Identificación del nivel de aceptabilidad del OEE futuro

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	<b>Inaceptable</b>	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	<b>Regular</b>	Pérdidas económicas. Aceptable solo si están en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	<b>Aceptable</b>	<b>Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.</b>
85% < OEE < 95%	<b>Buena</b>	Buena competitividad.
OEE > 95%	<b>Excelente</b>	Competitividad excelente.

#### 4.4.2 Porcentaje de incremento del OEE

Para conocer el porcentaje de mejora del índice de rendimiento global de los equipos se hace una comparación entre el OEE futuro y el OEE actual para determinar el porcentaje de incremento si se implementaría la herramienta TPM en la organización.

$$\% \text{ incremento} = \frac{OEE_{\text{futuro}} - OEE_{\text{actual}}}{OEE_{\text{actual}}}$$

$$\% \text{ incremento} = \frac{76,80\% - 54,49\%}{54,49\%}$$

$$\% \text{ incremento} = 40,94\%$$

Si se implementa la propuesta se alcanzaría una mejora del 40,94 % respecto al valor actual de eficiencia global de los equipos.





**HERRAMIENTA APU O MIZUSUMASHI  
PARA ELIMINAR EL DESPERDICIO DE  
MOVIMIENTOS INNECESARIOS Y ESPERAS**

**HLM-03**



RE  
NO  
VA



	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 2/15</b>	

## CONTENIDO

A. Objetivo:.....	162
B. Alcance: .....	162
C. Definiciones:.....	162
D. Desarrollo .....	163
1. Fase de identificación de movimientos más frecuentes .....	163
2. Fase de planificación .....	166
3. Fase de ejecución.....	168
4. Fase de seguimiento y auditoría .....	172

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 3/15</b>	

#### **A. Objetivo:**



Reducir la frecuencia de movimientos por parte de operarios del área operativa y mejorar la comunicación entre departamentos.

#### **B. Alcance:**

La herramienta APU involucra al área de bodega de insumos, confección y atraque dada la alta frecuencia de movimientos que interrumpen el proceso productivo.

#### **C. Definiciones:**

- **APU:** Herramienta de Lean Manufacturing cuyas siglas significan Almacenamiento en el Punto de Uso, es una técnica que elimina movimientos innecesarios en los procesos productivos al tener a la mano los recursos necesarios para el proceso de transformación de información, materiales, e insumos.
- **Punto de uso:** Es el lugar, área, sección o departamento en donde se ejecuta determinada operación y requiere una entrada para convertirla en una salida dentro del proceso.
- **Auditoria:** En términos generales se puede definir a la auditoria como una revisión o verificación de los procedimientos que se llevan a cabo en una organización con el fin de comprobar conformidades y no conformidades en el proceso.
- **Indicador:** Fórmula matemática que se emplea para conocer o valorar las características o la intensidad de un suceso con la finalidad de determinar su evolución futura.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 4/15</b>	

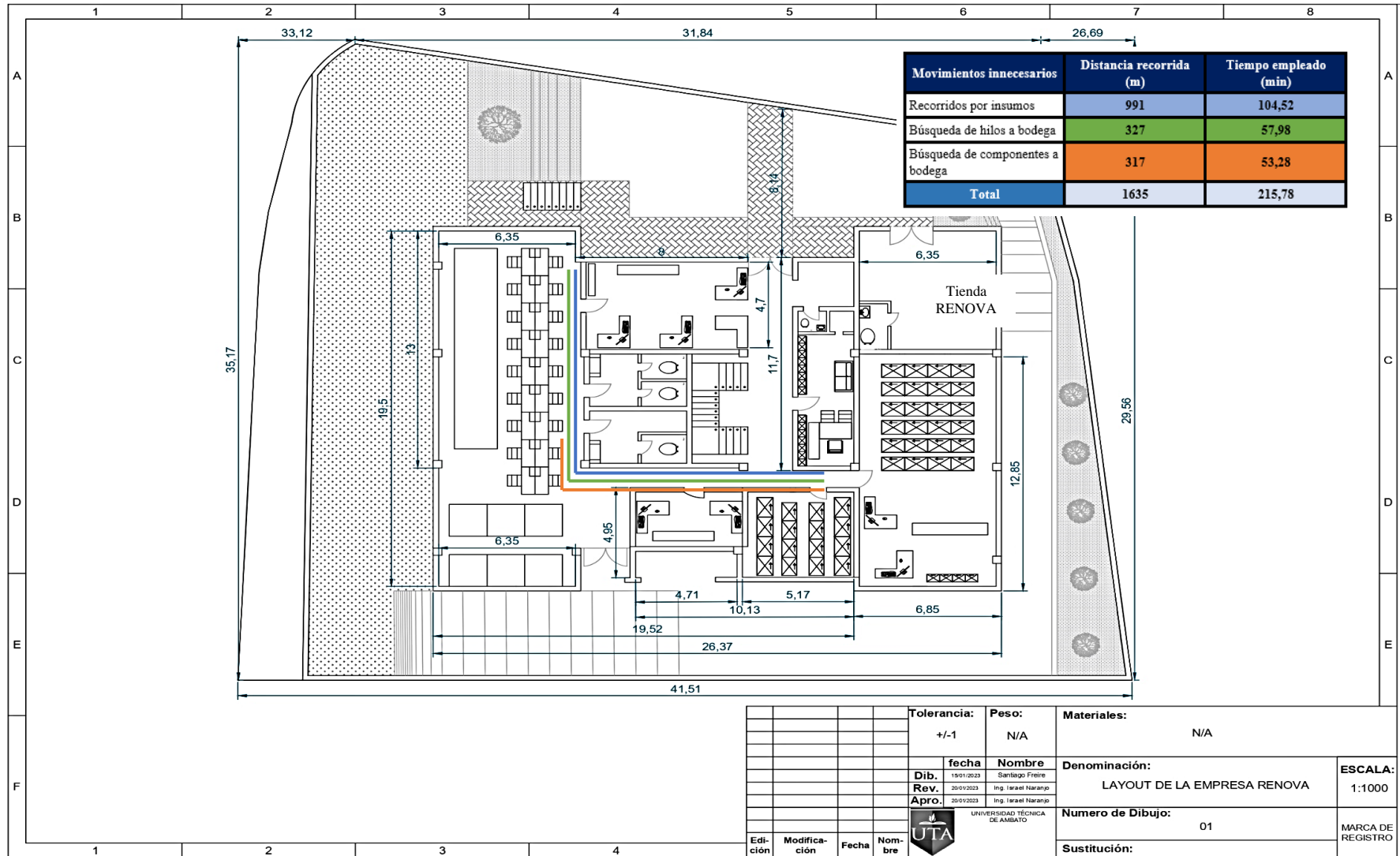
## D. Desarrollo

### 1. Fase de identificación de movimientos más frecuentes



La frecuencia alta de movimientos innecesarios por parte de los operadores principalmente de bodega de insumos, atraque y confección por búsqueda de materiales hace que el proceso se vea interrumpido y genere retrasos en las cargas de trabajo, se puede observar un porcentaje alto del uso del tiempo por recorridos frecuentes a la línea de producción por parte del operador de bodega de insumos que pese a formar parte de las funciones que tiene, la alta frecuencia de movimientos genera esperas en la línea de producción al no tener el material requerido a la hora en que se va a producir cierta referencia, lo cual se debe principalmente a la comunicación deficiente entre el jefe de producción y el operario de insumos, otro factor que se observó fueron los recorridos constantes del operador de atraque hacia la bodega por búsqueda de hilos, ya que él era el responsable de abastecer de este componente a la sección de confección, además de estar a cargo de otros componentes propios de su área como tiras de brasier y tensores metálicos, lo cual causaba una serie de interrupciones a lo largo de toda la jornada, se puede resumir todos estos aspectos en la tabla 100 donde se indican los factores de mayor incidencia negativa en cuanto a movimientos innecesarios se refiere.

**Tabla 100.** Principales factores del desperdicio por movimientos innecesarios y su tiempo empleado en el mes de noviembre

Movimientos innecesarios	Operario	Distancia recorrida (m)	Tiempo empleado (min)
Recorridos por insumos	Operario de bodega de insumos	991	104,52
Búsqueda de hilos a bodega	Operario de atraque	327	57,98
Búsqueda de componentes a bodega	Operario de atraque	317	53,28
<b>Total</b>		<b>1635</b>	<b>215,78</b>



**Figura 51.** Diagrama de recorrido de movimientos innecesarios identificados

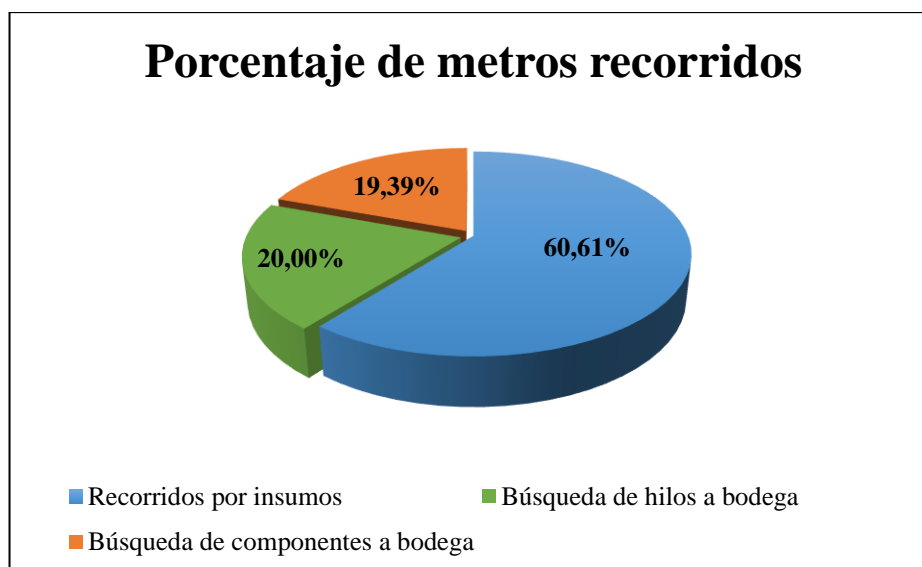
	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 6/15</b>	

El 60,61 % de distancia recorrida entre los tres factores de mayor incidencia lo ocupa el recorrido por insumos a la línea de producción, el 20% se emplea para búsqueda de hilos y el 19,39% para búsqueda de componentes, siendo el responsable de estos dos últimos factores el operario de atraque, por lo que, a través de la presente herramienta se pretende eliminar la frecuencia de movimientos que causan interrupción en sus actividades propias de su área y mejorar el flujo productivo.



**Tabla 101.** Metros recorridos en la planta en el mes de noviembre y su porcentaje de participación

Movimientos innecesarios	Distancia recorrida (m)	Porcentaje
Recorridos por insumos	<b>991</b>	60,61%
Búsqueda de hilos a bodega	<b>327</b>	20,00%
Búsqueda de componentes a bodega	<b>317</b>	19,39%
<b>Total</b>	<b>1635</b>	

Con este análisis inicial, se puede partir para tomar las decisiones futuras que permita eliminar la frecuencia de movimientos que suceden en el normal funcionamiento de la planta.



**Figura 52.** Porcentaje de incidencia por distancia recorrida

	<b>EMPRESA RENNOVA</b>						
	<b>HERRAMIENTA</b>			<b>CÓDIGO: HLM-03</b>			
	<b>LM - TPM</b>			<b>PÁGINA: 7/15</b>			

## 2. Fase de planificación



En esta fase es importante contar con el compromiso de todos los colaboradores de la planta de producción, es decir, desde la alta dirección, hasta los operarios, por lo cual se debe crear un compromiso de mejora en la comunicación entre departamentos que permita un mejor flujo del proceso productivo.

En la tabla 102 se establece un modelo de planificación semanal para mejorar la comunicación entre el operador de bodega y el jefe de producción donde se da a conocer la cantidad de prendas a confeccionarse por cada módulo, el día y la hora en que se requiere que corresponde a las 08h00 que es el momento en que inicia la jornada de trabajo, esta planificación se deberá socializar cada viernes que es el último día hábil de trabajo de la semana para que el operario de insumos pueda sacar los insumos necesarios para la producción de lunes y de esta manera estar siempre adelantado al requerimiento para evitar esos movimientos innecesarios e interrupciones en la línea de confección y atraque por esperas de insumos o desplazamientos hacia bodega por búsqueda de componentes y materia prima.

**Tabla 102.** Planificación semanal de insumos requeridos en el módulo de confección.

<b>Planificación semanal para el abastecimiento de insumos en la sección de confección</b>											
Referencia a producir	Módulo 1			Módulo 2			Total M1	Total M2	Cantidad Total	Día requerido	Hora requerida
	XS	S	M	L	XL	XXL					
Faja Micaela Balance	50	40	10	50	25		100	75	175	13/2/2023	08h00
Short Divina		50	50	40	20	20	100	80	180	14/2/2023	08h00
Faja Marilyn	10	50	40	20	30	20	100	70	170	15/2/2023	08h00
Body Strapless	25	30	25	15	20	20	80	55	135	16/2/2023	08h00
Faja Beaute		40	50	30	30		90	60	150	17/2/2023	08h00
<b>Emitido por</b>	Jefe de producción									<b>Fecha</b>	10/02/23
<b>Recibido por</b>	Operador de bodega									<b>Fecha</b>	10/02/23

El operario de bodega maneja órdenes de producción donde se contempla el consumo de producción de cada insumo, es decir tiene conocimiento de las cantidades tanto en unidades como en metros de materia prima que le permite entregar lo necesario.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 8/15</b>	



De esta manera al tener la información necesaria, el operario también podrá abastecer de hilos a la línea de confección, evitando los desplazamientos frecuentes del operario de atraque, también se contemplará el almacenar en el punto de uso los componentes de esta sección como tiras, tensores e hilos que de igual forma se encuentran especificados en la orden de producción, donde se indican las cantidades necesarias por unidad.

**Tabla 103.** Registro diario para el control interno del abastecimiento de insumos a la línea de producción

Registro de abastecimiento de insumos						
Día	Entrega	Fecha	Hora	Recibe	Fecha	Hora
<b>Lunes</b>	Operador de Bodega	13/02/2023	08h00	Operador M1	13/02/2023	08h00
		13/02/2023	08h00	Operador M2	13/02/2023	08h00
		13/02/2023	08h00	Operador de Atraque	13/02/2023	08h00
<b>Martes</b>	Operador de Bodega	14/02/2023	08h00	Operador M1	14/02/2023	08h00
		14/02/2023	08h00	Operador M2	14/02/2023	08h00
		14/02/2023	08h00	Operador de atraque	14/02/2023	08h00
<b>Miércoles</b>	Operador de Bodega	15/02/2023	08h00	Operador M1	15/02/2023	08h00
		15/02/2023	08h00	Operador M2	15/02/2023	08h00
		15/02/2023	08h00	Operador de atraque	15/02/2023	08h00
<b>Jueves</b>	Operador de Bodega	16/02/2023	08h00	Operador M1	16/02/2023	08h00
		16/02/2023	08h00	Operador M2	16/02/2023	08h00
		16/02/2023	08h00	Operador de atraque	16/02/2023	08h00
<b>Viernes</b>	Operador de Bodega	17/02/2023	08h00	Operador M1	17/02/2023	08h00
		17/02/2023	08h00	Operador M2	17/02/2023	08h00
		17/02/2023	08h00	Operador de atraque	17/02/2023	08h00

En la tabla 103 se presenta un formato para el registro del abastecimiento de insumos, en donde se colocará tanto la fecha de entrega como la fecha en que recibe, especificando la hora de entrega y recepción para poder dar seguimiento del porcentaje de cumplimiento de la presente metodología.

En la figura 53 se muestra un listado de los insumos necesarios que maneja el operador de bodega de materia prima para la producción de la referencia Micaela Balance que es el producto de estudio con su valor de consumo promedio por unidad, donde

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03 PÁGINA: 9/15</b>	

igualmente se especifica el consumo de hilo que requiere, lo cual facilitará la presente metodología al poder almacenar los insumos necesarios en el tiempo necesario.



DESCRIPCIÓN DE MATERIALES E INSUMOS										
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD DE MEDIDA	CONSUMO PROMEDIO	CONSUMO PRODUCCIÓN	CANTIDAD ENTREGADA	REPOSICIÓN POR FALLA	COSTO * UNIDAD	COSTO TOTAL	
SEGO TACTEL MOCA	H06N15-848E	metros	1	1,17	374,400	375		\$ 0,17	\$ 24,2	
MEDIO SEGO CAFÉ	H06N05-692a	metros	1	0,2	64,000	64		\$ 0,07	\$ 4,48	
TRA DE BRASER REHOVA MOCA	T.B.R.MO	metros	1	0,92	294,400	295		\$ 0,33	\$ 97,13	
AMPOCHADURA 2X2X30 COLOR COCOA	2X2X30ARCO	unidades	1	3,20	960,000	960		\$ 0,14	\$ 134,40	
ELASTICO BAK INCAJE SUCCOMADO MOCA	600E015237M	metros	1	1,16	372,480	373		\$ 1,24	\$ 461,28	
ELASTICO COLOR COCOA 9CM	H241/48 SL 07	metros	1	0,20	64,000	64		\$ 0,39	\$ 24,96	
TEÑIDOR DE 14MM NIQUEL	T514N	unidades	1	2,00	640,000	640		\$ 0,24	\$ 15,36	
ZETA DE 14MM NIQUEL	ZT14MM	unidades	1	4,00	1280,000	1280		\$ 0,56	\$ 71,68	
POLISTER 4 AUTO SEMI 30 CM SANDALO	14691206F	unidades	1	1,00	320,000	320		\$ 0,40	\$ 128,00	
ETIQUETAS ECOLOGICAS RENOVA	ECO	unidades	1	1,00	320,000	320		\$ 0,28	\$ 22,40	
ETIQUETA MOCA	ETQ.MC	unidades	1	1,00	320,000	320		\$ 0,014	\$ 5,28	
NYLTEX 120724 10000M CONHETON MOCA	S1C2120-393VA	metros	10000	327,44	104851,840	104852		\$ 1,30	\$ 136,31	
HIL MOCA T24	HL_MC_T24	metros	2320	9,28	2896,000	2897		\$ 4,50	\$ 13,03	
HIL MOCA T40	HL_MC_T40	metros	2800	12,11	3895,360	3896		\$ 4,50	\$ 10,13	
EMPAQUE MICAELA	ETQ.TC.M	unidades	1	1,00	320,000	320		\$ 0,22	\$ 70,40	
SOLEA PLASTICA 22X38X70	22387	unidades	1	1,00	320,000	320		\$ 0,31	\$ 99,20	
SUBTOTAL CONSUMO DE INSUMOS									<b>\$ 1.333,89</b>	

Figura 53. Listado de insumos de la referencia Micaela Balance con su valor de consumo promedio por unidad.

### 3. Fase de ejecución

Una vez establecidos los respectivos formatos tanto de planificación semanal como de registro interno de cumplimiento, se procede a poner en marcha la presente metodología que consiste en sacar los materiales únicamente requeridos, y llevarlos hacia el módulo de confección y a la sección de atraque en la hora establecida en la planificación, de tal modo que los operarios no se desplacen de su sitio de trabajo y tampoco tengan que esperar los materiales, lo cual ayudará a tener una mejor fluidez en el proceso productivo.



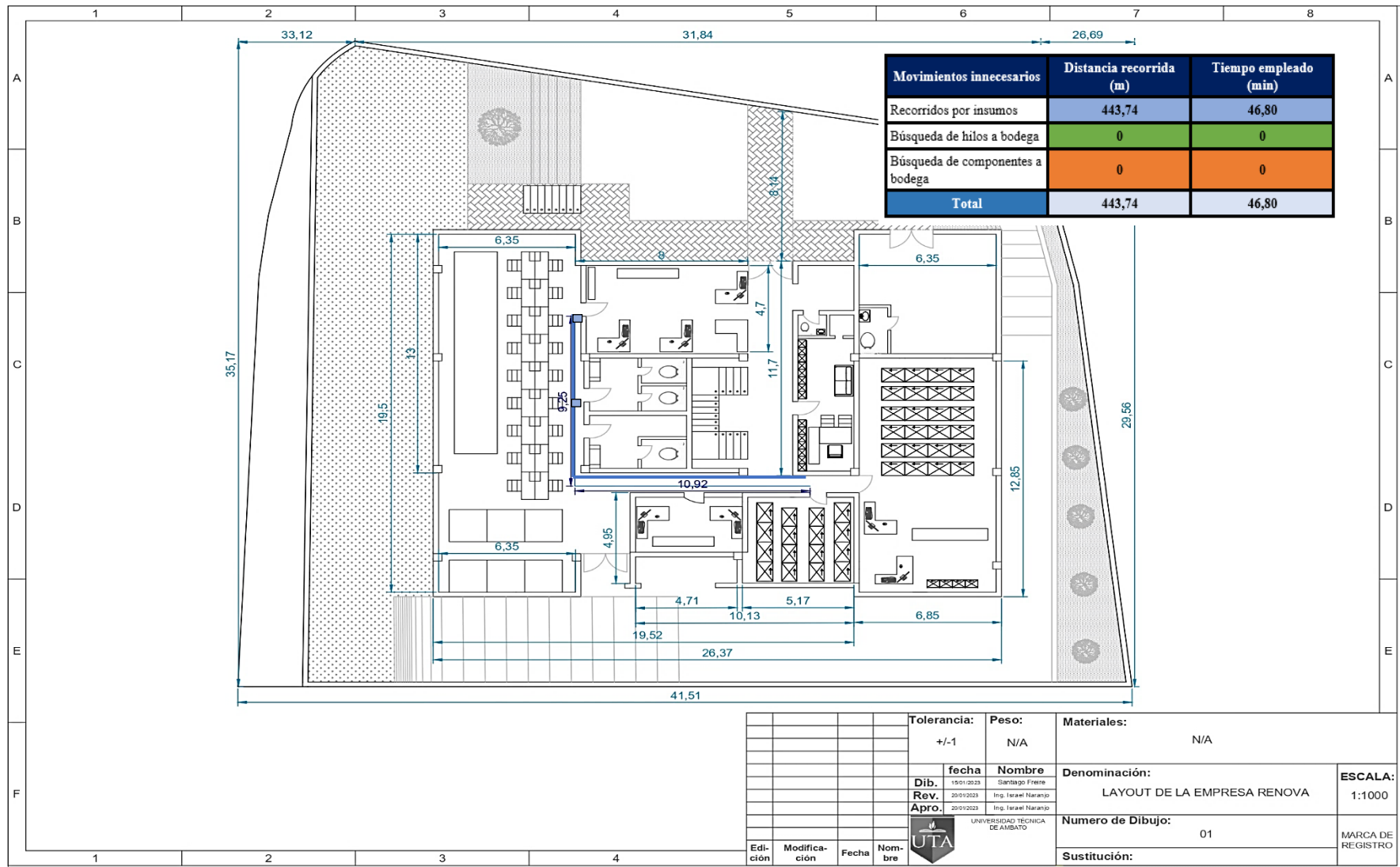
	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 10/15</b>	

En la figura 54 se muestra la manera en cómo se deberán sacar los insumos clasificando de acuerdo con los requerimientos y cantidades para cada módulo de confección incluida la sección de atraque y pulido, para esto se utilizará un transporte de tracción manual que permitirá llevar todos los insumos en un solo desplazamiento.





**Figura 54.** Insumos de acuerdo con la planificación socializada por el jefe de producción.

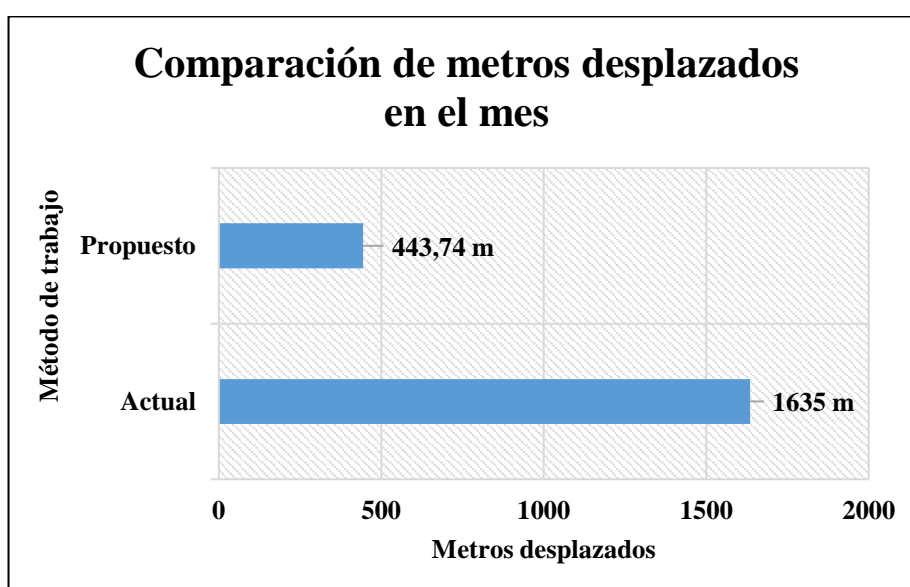
La finalidad de la herramienta APU es entregar lo necesario en el momento necesario, por lo cual también parte del principio JIT (Just in Time) traducido como “justo a tiempo” ya que el entregar insumos antes de lo requerido provocaría confusión en los operarios al tener a la mano demasiados recursos que bien podrían causar pérdida de materiales e insumos, errores en la confección de prendas al mezclar componentes entre otros aspectos negativos, y por el contrario el entregar después de lo requerido generaría esperas en la línea de confección, desplazamientos hacia bodega de materia prima para solicitar materiales, lo que afectaría al rendimiento del proceso, es por eso que mediante la implementación de la metodología presente se mejorará la comunicación entre el departamento operativo, haciendo más eficiente la planta.



**Figura 55.** Diagrama de recorrido propuesto

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 12/15</b>	

Mediante la acotación del recorrido que realiza el operario de Bodega hacia la línea de producción se puede conocer la distancia necesaria que requerirá desplazarse siendo esta 20,17 metros diarios para entregar los insumos y multiplicando por los 22 días hábiles de trabajo que conforman el mes se tiene un total de 443,74 metros que corresponde a una distancia necesaria de recorrer durante un mes y a su vez esta distancia es mucho menor a los 1635 metros innecesarios que se desplazaban tanto el operario de bodega de materia prima como el operador de la sección de atraque y pulido eliminando por completo dichos recorridos como se muestra en la figura 56.





**Figura 56.** Comparación de metros recorridos con el método de trabajo actual y con el método de trabajo propuesto

Para conocer el porcentaje de mejora en cuanto a los metros de desplazamiento se procede de la siguiente manera:

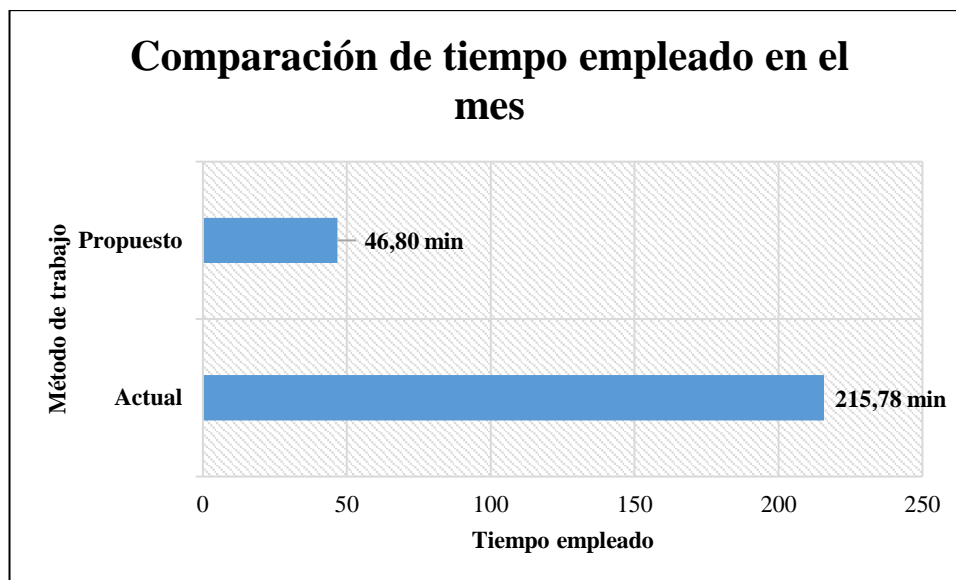
$$\%Reducción = \frac{|443,74m - 1635 m|}{1635 m}$$

$$\% Reducción = 72,86 \%$$

Se tiene un porcentaje de optimización o reducción de metros recorridos del 72,86%, de esta manera se eliminan por completo aquellos desplazamientos realizados por los

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 13/15</b>	

operadores de la línea de confección y atraque al tener lo necesario al alcance de sus manos.





**Figura 57.** Comparación de tiempo empleado con el método de trabajo actual y con el método de trabajo propuesto

Para conocer el porcentaje de mejora en cuanto al tiempo empleado se utiliza la información de la figura 57 en cuanto a tiempo empleado con el método actual y el propuesto y se procede de la siguiente manera:

$$\%Reducción = \frac{|46,80 \text{ min} - 215,78 \text{ min}|}{215,78 \text{ min}}$$

$$\% Reducción = 78,31 \%$$

Se tiene un porcentaje de optimización o reducción de tiempo del 78,31%, de esta manera se elimina por completo el tiempo que emplean los operarios en movilizarse por búsqueda de componentes e insumos, al tener almacenado el material en su punto de uso.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03 PÁGINA: 14/15</b>	



#### 4. Fase de seguimiento y auditoría

Para realizar el seguimiento de la metodología propuesta se establecerá un formato sencillo en el que se comparará el registro diario del abastecimiento de insumos de la tabla 103, en donde se prestará principal atención en las fechas de entrega y la hora de entrega de este modo para determinar una conformidad o una no conformidad se emplearán los siguientes criterios.

**Tabla 104.** Definición de conformidades y no conformidades

Ítem	Criterio de evaluación	Responsables
<b>Conformidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se evaluará como conformidad cuando el operador de bodega de materia prima entregue los insumos en la fecha y tiempo requerido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jefe de talento humano</li> <li>▪ Jefe de producción</li> </ul>
<b>No conformidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se evaluará como no conformidad cuando el operador de bodega de materia prima no entregue los insumos ni en la fecha establecida ni en la hora acordada.</li> <li>▪ Se evaluará como no conformidad cuando el operador de bodega de materia prima entregue los insumos en la fecha establecida pero no en el tiempo requerido.</li> <li>▪ Se evaluará como no conformidad cuando el operador de bodega de materia prima entregue los insumos en el tiempo requerido, pero no en la fecha establecida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jefe de talento humano</li> <li>▪ Jefe de producción</li> </ul>

En la fase de seguimiento de cualquier metodología es necesario contar con un indicador que permita medir el avance o disminución de cierto parámetro con el fin de observar cómo se comporta un factor a lo largo del tiempo.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b> <b>PÁGINA: 15/15</b>	

#### 4.1. Indicador

**Tabla 105.** Indicador para el seguimiento de la metodología APU

Nombre del indicador	Fórmula	Frecuencia	Responsable
Porcentaje de cumplimiento en la entrega de insumos	$\frac{\text{Total de entregas cumplidas}}{\text{Total de entregas requeridas}} \times 100$	Semanal	Jefe de producción

Una vez conocidos los criterios de evaluación tanto de conformidad como de no conformidad, y definida la fórmula a emplear para el seguimiento semanal, se procede a llenar el siguiente formato en donde se tendrá que especificar el número total de conformidades y no conformidades, y el porcentaje de cumplimiento como se muestra en la tabla 106.

**Tabla 106.** Formato para auditoría semanal de la metodología APU

Formato para auditoría semanal APU		
Día	Conformidad	No conformidad
<b>Lunes</b>	x	
<b>Martes</b>	x	
<b>Miércoles</b>	x	
<b>Jueves</b>	x	
<b>Viernes</b>	x	
<b>Total</b>	5	0
<b>% Cumplimiento</b>	<b>100%</b>	
<b>Revisado por</b>	<b>Jefe de producción</b>	
<b>Fecha de revisión</b>	<b>17/02/2023</b>	

$$\% \text{ Cumplimiento} = \frac{\text{Total de entregas cumplidas}}{\text{Total de entregas requeridas}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Cumplimiento} = \frac{5}{5} \times 100\%$$

$$\% \text{ Cumplimiento} = 100\%$$





**HERRAMIENTA HEIJUNKA PARA  
ELIMINAR EL DESPERDICIO DE  
INVENTARIO Y ESPERAS**

**HLM-04**

RE  
NO  
VA





	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b> <b>PÁGINA: 2/15</b>	

## CONTENIDO

A. Objetivo:.....	177
B. Alcance:.....	177
C. Definiciones:.....	177
D. Desarrollo .....	178
1. Determinar la demanda mensual .....	178
2. Determinar la producción diaria que marca el Takt Time.....	180
3. Desarrollar el primer modelo HEIJUNKA .....	180
4. Desarrollar el segundo modelo HEIJUNKA .....	180
5. Desarrollar el plan de producción de nivelación .....	184
6. Establecer el cronograma diario de producción .....	187
7. Medir la evolución en el tiempo .....	189



	<b>EMPRESA RENNOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b> <b>PÁGINA: 3/15</b>	

### **A. Objetivo:**



Establecer un plan de nivelación que permita producir lo requerido por la demanda y elimine inventarios en proceso.

### **B. Alcance:**

La herramienta HEIJUNKA involucra al área de confección y atraque, siendo esta última la de mayor impacto negativo en cuanto a inventarios por sobre inventario.

### **C. Definiciones:**

- **HEIJUNKA:** Es un sistema de control que se utiliza con la finalidad de nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final, variando la carga de trabajo de los procesos de manufactura.
- **Plan de nivelación:** Consiste en adaptar el flujo de producción al comportamiento de la demanda.
- **Demanda:** Grupo de clientes o beneficiarios que adquieren un bien o servicio.
- **Takt Time:** Es el ritmo de producción marcado por la demanda, o dicho en otras palabras, es la velocidad a la cual se debe manufacturar un producto para satisfacer la demanda del cliente.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04 PÁGINA: 4/15</b>	


## D. Desarrollo

### 1. Determinar la demanda mensual

Para desarrollar la herramienta Heijunka, es necesario determinar la demanda mensual de cada producto, para esto se puede usar un modelo de pronóstico que mejor se ajuste, sin embargo, para el presente manual se lo desarrolló en base al histórico de ventas del año 2022 hasta el mes de octubre, mostrada en la tabla 15, por lo cual, para establecer la demanda mensual, se divide la demanda anual para 10 que representa los meses de los históricos de ventas, y se considera el valor aproximado al inmediato superior. Para un mejor desarrollo de HEIJUNKA se debe emplear una letra del alfabeto y un color distinto a cada producto para poder diferenciarlo como se muestra en la tabla 107.

**Tabla 107.** Demanda mensual del año 2022



Letra y color	Productos	Demanda anual	Demanda mensual
A	SHORT DIVINA	2806	281
B	BODY DIVINA STRAPLESS	1185	119
C	FAJA MICAELA	1059	106
D	PANTY CONTROL ABDOMEN CON ENCAJE (ROSE)	733	73
E	BODY PERLA	668	67
F	FAJA MARILYN	661	66
G	BODY MARAVILLOSA	579	58
H	FAJA BEAUTÉ	554	55
I	FAJA ELISSE	492	49
J	FAJA CACHETERO STRAPLESS	352	35
K	MERY	319	32
L	TABLAS POSTQUIRÚRGICAS	316	32
M	FAJA NATURE	300	30
N	FAJA LILIANA	295	30
O	EQUILIBRE	268	27
P	CHALECO LOANNE	263	26
Q	COMPLEMENTO PARA BRAZOS CON GAFETE FRONTAL	262	26
R	CINTURILLA COQUETA JADE	252	25
S	BRASIER POST QUIRÚRGICO	245	25
T	PROMOCIONAL ANTIFAZ DESINFLAMATORIO COCOA	233	23

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04 PÁGINA: 5/15</b>	

**Tabla 107.** Demanda mensual del año 2022 (continuación 1)

Letra y color	Productos	Demanda anual	Demanda mensual
U	FAJA NATHALIE	210	21
V	FAJA LA BELLA	206	21
W	BODY MICAELA INVISIBLE	205	21
X	HARMONIE	200	20
Y	FAJA LILIANA BRAZOS	179	18
Z	CINTURILLA CORSET DE LUJO	178	18
AA	CINTURILLA CON LÁMINA DE LATEX VISTO	158	16
BB	LIDIA	150	15
CC	BVD APOLO	127	13
DD	FAJA BELMONT	111	11
EE	CHALECO ARIANNA	108	11
FF	MENTONERA CON ESPONJA BEIGE	108	11
GG	FAJA ELISSE STRAPLESS	104	10
HH	CHALECO LATEX VISTO	101	10
II	FAJA BRILLIT	91	9
JJ	FAJA BEAUTÉ PINZAS USA	82	8
KK	BODY CACHETERO STRAPLESS CON ENCAJE SILICONADO, VARILLAS Y GLUTEO EN SESGO	79	8
LL	FAJA CAROLINE PINZAS	64	6
MM	TABLA ABDOMINAL PERA	60	6
NN	ADONIS	36	4
OO	COMPLEMENTOS MÉDICOS CORRECTOR DE POSTURA	34	3
PP	MENTONERA MOCA TIRA COCOA	26	3
QQ	COJÍN POST QUIRÚRGICO	18	2
RR	COJÍN ESPALDAR	14	1
<b>TOTAL</b>		14491	1451

Se tiene un total de 14491 prendas que se han demandado hasta el mes de octubre del año 2022 y a partir de este dato se calcula el Takt Time que ya se lo obtuvo con anterioridad para el diseño del VSM actual, resultando un valor de 7,14 minutos/prenda.

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> LM - HEIJUNKA	<b>CÓDIGO:</b> HLM-04 <b>PÁGINA:</b> 6/15	

## 2. Determinar la producción diaria que marca el Takt Time

Tomado en cuenta que el Takt Time es 7,14 minutos por prenda y que tiempo disponible en el día es de 470 minutos, al dividir los 470 para 7.14, nos establece que en un día se debe confeccionar un total de 66 prendas, para poder cumplir con la demanda.

$$\textit{Producción}_{Takt\ Time} = \frac{\textit{Tiempo\ disponible}}{\textit{Takt\ Time}}$$

$$\textit{Producción}_{Takt\ Time} = \frac{470\ \textit{minutos}}{7,14\ \textit{minutos/prenda}}$$

$$\textit{Producción}_{Takt\ Time} = 65,82\ \textit{prendas}$$

$$\textit{Producción}_{Takt\ Time} = 66\ \textit{prendas}$$

Se obtiene una cantidad de 65,82 prendas, sin embargo, se considera siempre el valor del inmediato superior, resultando en un total de 66 prendas que se deberían fabricar diariamente de acuerdo con el ritmo de producción establecido por el Takt Time.

## 3. Desarrollar el primer modelo HEIJUNKA iniciando con la prenda de mayor demanda

En la primera tabla de producción propone confeccionar dando prioridad a los productos de mayor demanda, es decir los que tengan más cantidades de prendas a confeccionar, para lo cual, la producción se lo debe realizar sin retrasos, y se tiene un tiempo total de producción de todos los lotes en 22 días.

## 4. Desarrollar el segundo modelo HEIJUNKA iniciando con la prenda de menor demanda

La segunda tabla de producción se establece invertir el orden de los productos donde primeramente de confeccionarían los productos de menor cantidad a hasta los de mayor cantidad, ahora el tiempo para tener listos los productos de cada tipo es 18 días.

**Tabla 108.** Primer modelo HEIJUNKA priorizando el mayor lote

Tabla de priorización de mayor tamaño de lote																					
A1	A67	A133	A199	A265	B50	B116	C63	D23	E16	F15	G15	H23	I34	K16	M18	O24	R11	U4	X7	BB1	GG6
A2	A68	A134	A200	A266	B51	B117	C64	D24	E17	F16	G16	H24	I35	K17	M19	O25	R12	U5	X8	BB2	GG7
A3	A69	A135	A201	A267	B52	B118	C65	D25	E18	F17	G17	H25	I36	K18	M20	O26	R13	U6	X9	BB3	GG8
A4	A70	A136	A202	A268	B53	B119	C66	D26	E19	F18	G18	H26	I37	K19	M21	O27	R14	U7	X10	BB4	GG9
A5	A71	A137	A203	A269	B54	C1	C67	D27	E20	F19	G19	H27	I38	K20	M22	P1	R15	U8	X11	BB5	GG10
A6	A72	A138	A204	A270	B55	C2	C68	D28	E21	F20	G20	H28	I39	K21	M23	P2	R16	U9	X12	BB6	HH1
A7	A73	A139	A205	A271	B56	C3	C69	D29	E22	F21	G21	H29	I40	K22	M24	P3	R17	U10	X13	BB7	HH2
A8	A74	A140	A206	A272	B57	C4	C70	D30	E23	F22	G22	H30	I41	K23	M25	P4	R18	U11	X14	BB8	HH3
A9	A75	A141	A207	A273	B58	C5	C71	D31	E24	F23	G23	H31	I42	K24	M26	P5	R19	U12	X15	BB9	HH4
A10	A76	A142	A208	A274	B59	C6	C72	D32	E25	F24	G24	H32	I43	K25	M27	P6	R20	U13	X16	BB10	HH5
A11	A77	A143	A209	A275	B60	C7	C73	D33	E26	F25	G25	H33	I44	K26	M28	P7	R21	U14	X17	BB11	HH6
A12	A78	A144	A210	A276	B61	C8	C74	D34	E27	F26	G26	H34	I45	K27	M29	P8	R22	U15	X18	BB12	HH7
A13	A79	A145	A211	A277	B62	C9	C75	D35	E28	F27	G27	H35	I46	K28	M30	P9	R23	U16	X19	BB13	HH8
A14	A80	A146	A212	A278	B63	C10	C76	D36	E29	F28	G28	H36	I47	K29	N1	P10	R24	U17	X20	BB14	HH9
A15	A81	A147	A213	A279	B64	C11	C77	D37	E30	F29	G29	H37	I48	K30	N2	P11	R25	U18	Y1	BB15	HH10
A16	A82	A148	A214	A280	B65	C12	C78	D38	E31	F30	G30	H38	I49	K31	N3	P12	S1	U19	Y2	CC1	II1
A17	A83	A149	A215	A281	B66	C13	C79	D39	E32	F31	G31	H39	J1	K32	N4	P13	S2	U20	Y3	CC2	II2
A18	A84	A150	A216	B1	B67	C14	C80	D40	E33	F32	G32	H40	J2	L1	N5	P14	S3	U21	Y4	CC3	II3
A19	A85	A151	A217	B2	B68	C15	C81	D41	E34	F33	G33	H41	J3	L2	N6	P15	S4	V1	Y5	CC4	II4
A20	A86	A152	A218	B3	B69	C16	C82	D42	E35	F34	G34	H42	J4	L3	N7	P16	S5	V2	Y6	CC5	II5
A21	A87	A153	A219	B4	B70	C17	C83	D43	E36	F35	G35	H43	J5	L4	N8	P17	S6	V3	Y7	CC6	II6
A22	A88	A154	A220	B5	B71	C18	C84	D44	E37	F36	G36	H44	J6	L5	N9	P18	S7	V4	Y8	CC7	II7
A23	A89	A155	A221	B6	B72	C19	C85	D45	E38	F37	G37	H45	J7	L6	N10	P19	S8	V5	Y9	CC8	II8
A24	A90	A156	A222	B7	B73	C20	C86	D46	E39	F38	G38	H46	J8	L7	N11	P20	S9	V6	Y10	CC9	II9
A25	A91	A157	A223	B8	B74	C21	C87	D47	E40	F39	G39	H47	J9	L8	N12	P21	S10	V7	Y11	CC10	JJ1
A26	A92	A158	A224	B9	B75	C22	C88	D48	E41	F40	G40	H48	J10	L9	N13	P22	S11	V8	Y12	CC11	JJ2
A27	A93	A159	A225	B10	B76	C23	C89	D49	E42	F41	G41	H49	J11	L10	N14	P23	S12	V9	Y13	CC12	JJ3
A28	A94	A160	A226	B11	B77	C24	C90	D50	E43	F42	G42	H50	J12	L11	N15	P24	S13	V10	Y14	CC13	JJ4
A29	A95	A161	A227	B12	B78	C25	C91	D51	E44	F43	G43	H51	J13	L12	N16	P25	S14	V11	Y15	DD1	JJ5
A30	A96	A162	A228	B13	B79	C26	C92	D52	E45	F44	G44	H52	J14	L13	N17	P26	S15	V12	Y16	DD2	JJ6
A31	A97	A163	A229	B14	B80	C27	C93	D53	E46	F45	G45	H53	J15	L14	N18	Q1	S16	V13	Y17	DD3	JJ7
A32	A98	A164	A230	B15	B81	C28	C94	D54	E47	F46	G46	H54	J16	L15	N19	Q2	S17	V14	Y18	DD4	JJ8
A33	A99	A165	A231	B16	B82	C29	C95	D55	E48	F47	G47	H55	J17	L16	N20	Q3	S18	V15	Z1	DD5	KK1
A34	A100	A166	A232	B17	B83	C30	C96	D56	E49	F48	G48	I1	J18	L17	N21	Q4	S19	V16	Z2	DD6	KK2
A35	A101	A167	A233	B18	B84	C31	C97	D57	E50	F49	G49	I2	J19	L18	N22	Q5	S20	V17	Z3	DD7	KK3
A36	A102	A168	A234	B19	B85	C32	C98	D58	E51	F50	G50	I3	J20	L19	N23	Q6	S21	V18	Z4	DD8	KK4
A37	A103	A169	A235	B20	B86	C33	C99	D59	E52	F51	G51	I4	J21	L20	N24	Q7	S22	V19	Z5	DD9	KK5
A38	A104	A170	A236	B21	B87	C34	C100	D60	E53	F52	G52	I5	J22	L21	N25	Q8	S23	V20	Z6	DD10	KK6
A39	A105	A171	A237	B22	B88	C35	C101	D61	E54	F53	G53	I6	J23	L22	N26	Q9	S24	V21	Z7	DD11	KK7
A40	A106	A172	A238	B23	B89	C36	C102	D62	E55	F54	G54	I7	J24	L23	N27	Q10	S25	W1	Z8	EE1	KK8
A41	A107	A173	A239	B24	B90	C37	C103	D63	E56	F55	G55	I8	J25	L24	N28	Q11	T1	W2	Z9	EE2	LL1
A42	A108	A174	A240	B25	B91	C38	C104	D64	E57	F56	G56	I9	J26	L25	N29	Q12	T2	W3	Z10	EE3	LL2
A43	A109	A175	A241	B26	B92	C39	C105	D65	E58	F57	G57	I10	J27	L26	N30	Q13	T3	W4	Z11	EE4	LL3
A44	A110	A176	A242	B27	B93	C40	C106	D66	E59	F58	G58	I11	J28	L27	O1	Q14	T4	W5	Z12	EE5	LL4
A45	A111	A177	A243	B28	B94	C41	D1	D67	E60	F59	H1	I12	J29	L28	O2	Q15	T5	W6	Z13	EE6	LL5
A46	A112	A178	A244	B29	B95	C42	D2	D68	E61	F60	H2	I13	J30	L29	O3	Q16	T6	W7	Z14	EE7	LL6
A47	A113	A179	A245	B30	B96	C43	D3	D69	E62	F61	H3	I14	J31	L30	O4	Q17	T7	W8	Z15	EE8	MM1
A48	A114	A180	A246	B31	B97	C44	D4	D70	E63	F62	H4	I15	J32	L31	O5	Q18	T8	W9	Z16	EE9	MM2
A49	A115	A181	A247	B32	B98	C45	D5	D71	E64	F63	H5	I16	J33	L32	O6	Q19	T9	W10	Z17	EE10	MM3
A50	A116	A182	A248	B33	B99	C46	D6	D72	E65	F64	H6	I17	J34	L33	O7	Q20	T10	W11	Z18	EE11	MM4
A51	A117	A183	A249	B34	B100	C47	D7	D73	E66	F65	H7	I18	J35	L34	O8	Q21	T11	W12	AA1	FF1	MM5
A52	A118	A184	A250	B35	B101	C48	D8	E1	E67	F66	H8	I19	K1	M3	O9	Q22	T12	W13	AA2	FF2	MM6
A53	A119	A185	A251	B36	B102	C49	D9	E2	F1	G1	H9	I20	K2	M4	O10	Q23	T13	W14	AA3	FF3	NN1
A54	A120	A186	A252	B37	B103	C50	D10	E3	F2	G2	H10	I21	K3	M5	O11	Q24	T14	W15	AA4	FF4	NN2
A55	A121	A187	A253	B38	B104	C51	D11	E4	F3	G3	H11	I22	K4	M6	O12	Q25	T15	W16	AA5	FF5	NN3
A56	A122	A188	A254	B39	B105	C52	D12	E5	F4	G4	H12	I23	K5	M7	O13	Q26	T16	W17	AA6	FF6	NN4
A57	A123	A189	A255	B40	B106	C53	D13	E6	F5	G5	H13	I24	K6	M8	O14	R1	T17	W18	AA7	FF7	OO1
A58	A124	A190	A256	B41	B107	C54	D14	E7	F6	G6	H14	I25	K7	M9	O15	R2	T18	W19	AA8	FF8	OO2
A59	A125	A191	A257	B42	B108	C55	D15	E8	F7	G7	H15	I26	K8	M10	O16	R3	T19	W20	AA9	FF9	OO3
A60	A126	A192	A258	B43	B109	C56	D16	E9	F8	G8	H16	I27	K9	M11	O17	R4	T20	W21	AA10	FF10	PP1
A61	A127	A193	A259	B44	B110	C57	D17	E10	F9	G9	H17	I28	K10	M12	O18	R5	T21	X1	AA11	FF11	PP2
A62	A128	A194	A260	B45	B111	C58	D18	E11	F10	G10	H18	I29	K11	M13	O19	R6	T22	X2	AA12	GG1	PP3
A63	A129	A195	A261	B46	B112	C59	D19	E12	F11	G11	H19	I30	K12	M14	O20	R7	T23	X3	AA13	GG2	QQ1
A64	A130	A196	A262	B47	B113	C60	D20	E13	F12	G12	H20	I31	K13	M15	O21	R8	U1	X4	AA14	GG3	QQ2
A65	A131	A197	A263	B48	B114	C61	D21	E14	F13	G13	H21	I32	K14	M16	O22	R9	U2	X5	AA15	GG4	RR1
A66	A132	A198	A264	B49	B115	C62	D22	E15	F14	G14	H22	I33	K15	M17	O23	R10	U3	X6	AA16	GG5	



**Tiempo total de producción para dar atención a todos los lotes: 22 Días**



**Tabla 109.** Segundo modelo HEIJUNKA priorizando el menor lote

Tabla de priorización de menor tamaño de lote																					
RR1	GG7	AA2	X16	U20	R17	O6	M15	K19	I18	H35	G46	F54	E54	D53	C46	B6	B72	A19	A85	A151	A217
QQ1	GG8	AA3	X17	U21	R18	O7	M16	K20	I19	H36	G47	F55	E55	D54	C47	B7	B73	A20	A86	A152	A218
QQ2	GG9	AA4	X18	T1	R19	O8	M17	K21	I20	H37	G48	F56	E56	D55	C48	B8	B74	A21	A87	A153	A219
PP1	GG10	AA5	X19	T2	R20	O9	M18	K22	I21	H38	G49	F57	E57	D56	C49	B9	B75	A22	A88	A154	A220
PP2	FF1	AA6	X20	T3	R21	O10	M19	K23	I22	H39	G50	F58	E58	D57	C50	B10	B76	A23	A89	A155	A221
PP3	FF2	AA7	W1	T4	R22	O11	M20	K24	I23	H40	G51	F59	E59	D58	C51	B11	B77	A24	A90	A156	A222
OO1	FF3	AA8	W2	T5	R23	O12	M21	K25	I24	H41	G52	F60	E60	D59	C52	B12	B78	A25	A91	A157	A223
OO2	FF4	AA9	W3	T6	R24	O13	M22	K26	I25	H42	G53	F61	E61	D60	C53	B13	B79	A26	A92	A158	A224
OO3	FF5	AA10	W4	T7	R25	O14	M23	K27	I26	H43	G54	F62	E62	D61	C54	B14	B80	A27	A93	A159	A225
NN1	FF6	AA11	W5	T8	Q1	O15	M24	K28	I27	H44	G55	F63	E63	D62	C55	B15	B81	A28	A94	A160	A226
NN2	FF7	AA12	W6	T9	Q2	O16	M25	K29	I28	H45	G56	F64	E64	D63	C56	B16	B82	A29	A95	A161	A227
NN3	FF8	AA13	W7	T10	Q3	O17	M26	K30	I29	H46	G57	F65	E65	D64	C57	B17	B83	A30	A96	A162	A228
NN4	FF9	AA14	W8	T11	Q4	O18	M27	K31	I30	H47	G58	F66	E66	D65	C58	B18	B84	A31	A97	A163	A229
MM1	FF10	AA15	W9	T12	Q5	O19	M28	K32	I31	H48	F1	E1	E67	D66	C59	B19	B85	A32	A98	A164	A230
MM2	FF11	AA16	W10	T13	Q6	O20	M29	J1	I32	H49	F2	E2	D1	D67	C60	B20	B86	A33	A99	A165	A231
MM3	EE1	Z1	W11	T14	Q7	O21	M30	J2	I33	H50	F3	E3	D2	D68	C61	B21	B87	A34	A100	A166	A232
MM4	EE2	Z2	W12	T15	Q8	O22	L1	J3	I34	H51	F4	E4	D3	D69	C62	B22	B88	A35	A101	A167	A233
MM5	EE3	Z3	W13	T16	Q9	O23	L2	J4	I35	H52	F5	E5	D4	D70	C63	B23	B89	A36	A102	A168	A234
MM6	EE4	Z4	W14	T17	Q10	O24	L3	J5	I36	H53	F6	E6	D5	D71	C64	B24	B90	A37	A103	A169	A235
LL1	EE5	Z5	W15	T18	Q11	O25	L4	J6	I37	H54	F7	E7	D6	D72	C65	B25	B91	A38	A104	A170	A236
LL2	EE6	Z6	W16	T19	Q12	O26	L5	J7	I38	H55	F8	E8	D7	D73	C66	B26	B92	A39	A105	A171	A237
LL3	EE7	Z7	W17	T20	Q13	O27	L6	J8	I39	G1	F9	E9	D8	C1	C67	B27	B93	A40	A106	A172	A238
LL4	EE8	Z8	W18	T21	Q14	N1	L7	J9	I40	G2	F10	E10	D9	C2	C68	B28	B94	A41	A107	A173	A239
LL5	EE9	Z9	W19	T22	Q15	N2	L8	J10	I41	G3	F11	E11	D10	C3	C69	B29	B95	A42	A108	A174	A240
LL6	EE10	Z10	W20	T23	Q16	N3	L9	J11	I42	G4	F12	E12	D11	C4	C70	B30	B96	A43	A109	A175	A241
KK1	EE11	Z11	W21	S1	Q17	N4	L10	J12	I43	G5	F13	E13	D12	C5	C71	B31	B97	A44	A110	A176	A242
KK2	DD1	Z12	V1	S2	Q18	N5	L11	J13	I44	G6	F14	E14	D13	C6	C72	B32	B98	A45	A111	A177	A243
KK3	DD2	Z13	V2	S3	Q19	N6	L12	J14	I45	G7	F15	E15	D14	C7	C73	B33	B99	A46	A112	A178	A244
KK4	DD3	Z14	V3	S4	Q20	N7	L13	J15	I46	G8	F16	E16	D15	C8	C74	B34	B100	A47	A113	A179	A245
KK5	DD4	Z15	V4	S5	Q21	N8	L14	J16	I47	G9	F17	E17	D16	C9	C75	B35	B101	A48	A114	A180	A246
KK6	DD5	Z16	V5	S6	Q22	N9	L15	J17	I48	G10	F18	E18	D17	C10	C76	B36	B102	A49	A115	A181	A247
KK7	DD6	Z17	V6	S7	Q23	N10	L16	J18	I49	G11	F19	E19	D18	C11	C77	B37	B103	A50	A116	A182	A248
KK8	DD7	Z18	V7	S8	Q24	N11	L17	J19	H1	G12	F20	E20	D19	C12	C78	B38	B104	A51	A117	A183	A249
JJ1	DD8	Y1	V8	S9	Q25	N12	L18	J20	H2	G13	F21	E21	D20	C13	C79	B39	B105	A52	A118	A184	A250
JJ2	DD9	Y2	V9	S10	Q26	N13	L19	J21	H3	G14	F22	E22	D21	C14	C80	B40	B106	A53	A119	A185	A251
JJ3	DD10	Y3	V10	S11	P1	N14	L20	J22	H4	G15	F23	E23	D22	C15	C81	B41	B107	A54	A120	A186	A252
JJ4	DD11	Y4	V11	S12	P2	N15	L21	J23	H5	G16	F24	E24	D23	C16	C82	B42	B108	A55	A121	A187	A253
JJ5	CC1	Y5	V12	S13	P3	N16	L22	J24	H6	G17	F25	E25	D24	C17	C83	B43	B109	A56	A122	A188	A254
JJ6	CC2	Y6	V13	S14	P4	N17	L23	J25	H7	G18	F26	E26	D25	C18	C84	B44	B110	A57	A123	A189	A255
JJ7	CC3	Y7	V14	S15	P5	N18	L24	J26	H8	G19	F27	E27	D26	C19	C85	B45	B111	A58	A124	A190	A256
JJ8	CC4	Y8	V15	S16	P6	N19	L25	J27	H9	G20	F28	E28	D27	C20	C86	B46	B112	A59	A125	A191	A257
II1	CC5	Y9	V16	S17	P7	N20	L26	J28	H10	G21	F29	E29	D28	C21	C87	B47	B113	A60	A126	A192	A258
II2	CC6	Y10	V17	S18	P8	N21	L27	J29	H11	G22	F30	E30	D29	C22	C88	B48	B114	A61	A127	A193	A259
II3	CC7	Y11	V18	S19	P9	N22	L28	J30	H12	G23	F31	E31	D30	C23	C89	B49	B115	A62	A128	A194	A260
II4	CC8	Y12	V19	S20	P10	N23	L29	J31	H13	G24	F32	E32	D31	C24	C90	B50	B116	A63	A129	A195	A261
II5	CC9	Y13	V20	S21	P11	N24	L30	J32	H14	G25	F33	E33	D32	C25	C91	B51	B117	A64	A130	A196	A262
II6	CC10	Y14	V21	S22	P12	N25	L31	J33	H15	G26	F34	E34	D33	C26	C92	B52	B118	A65	A131	A197	A263
II7	CC11	Y15	U1	S23	P13	N26	L32	J34	H16	G27	F35	E35	D34	C27	C93	B53	B119	A66	A132	A198	A264
II8	CC12	Y16	U2	S24	P14	N27	K1	J35	H17	G28	F36	E36	D35	C28	C94	B54	A1	A67	A133	A199	A265
II9	CC13	Y17	U3	S25	P15	N28	K2	I1	H18	G29	F37	E37	D36	C29	C95	B55	A2	A68	A134	A200	A266
HH1	BB1	Y18	U4	R1	P16	N29	K3	I2	H19	G30	F38	E38	D37	C30	C96	B56	A3	A69	A135	A201	A267
HH2	BB2	X1	U5	R2	P17	N30	K4	I3	H20	G31	F39	E39	D38	C31	C97	B57	A4	A70	A136	A202	A268
HH3	BB3	X2	U6	R3	P18	M1	K5	I4	H21	G32	F40	E40	D39	C32	C98	B58	A5	A71	A137	A203	A269
HH4	BB4	X3	U7	R4	P19	M2	K6	I5	H22	G33	F41	E41	D40	C33	C99	B59	A6	A72	A138	A204	A270
HH5	BB5	X4	U8	R5	P20	M3	K7	I6	H23	G34	F42	E42	D41	C34	C100	B60	A7	A73	A139	A205	A271
HH6	BB6	X5	U9	R6	P21	M4	K8	I7	H24	G35	F43	E43	D42	C35	C101	B61	A8	A74	A140	A206	A272
HH7	BB7	X6	U10	R7	P22	M5	K9	I8	H25	G36	F44	E44	D43	C36	C102	B62	A9	A75	A141	A207	A273
HH8	BB8	X7	U11	R8	P23	M6	K10	I9	H26	G37	F45	E45	D44	C37	C103	B63	A10	A76	A142	A208	A274
HH9	BB9	X8	U12	R9	P24	M7	K11	I10	H27	G38	F46	E46	D45	C38	C104	B64	A11	A77	A143	A209	A275
HH10	BB10	X9	U13	R10	P25	M8	K12	I11	H28	G39	F47	E47	D46	C39	C105	B65	A12	A78	A144	A210	A276
GG1	BB11	X10	U14	R11	P26	M9	K13	I12	H29	G40	F48	E48	D47	C40	C106	B66	A13	A79	A145	A211	A277
GG2	BB12	X11	U15	R12	O1	M10	K14	I13	H30	G41	F49	E49	D48	C41	B1	B67	A14	A80	A146	A212	A278
GG3	BB13	X12	U16	R13	O2	M11	K15	I14	H31	G42	F50	E50	D49	C42	B2	B68	A15	A81	A147	A213	A279
GG4	BB14	X13	U17	R14	O3	M12	K16	I15	H32	G43	F51	E51	D50	C43	B3	B69	A16	A82	A148	A214	A280
GG5	BB15	X14	U18	R15	O4	M13	K17	I16	H33	G44	F52	E52	D51	C44	B4	B70	A17	A83	A149	A215	A281
GG6	AA1	X15	U19	R16	O5	M14	K18	I17	H34	G45	F53	E53	D52	C45	B5	B71	A18	A84	A150	A216	

**Tiempo total de producción para dar atención a todos los lotes: 18 Días**

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b> <b>PÁGINA: 9/15</b>	



- En el primer modelo se empieza a producir el lote más largo, dejando al final el más corto, pues existe la creencia que los lotes más grandes son los de mayor importancia, en este caso el tiempo empleado para dar atención a todos los lotes es de 22 días.
- En el segundo modelo se invierte el orden y se empieza la producción con el lote más pequeño y dejando para el final el lote más grande, en este modelo se tiene una reducción de 4 días al poder dar atención al último lote a partir del día 18.

En la tabla 110 se realiza un análisis de los dos modelos conociendo la relación del tiempo de uso para observar cuál de los dos modelos presenta un mayor porcentaje de aprovechamiento en el tiempo.

Para establecer la relación del tiempo de uso se aplica la siguiente formula:

**Tabla 110.** Porcentaje de la relación del tiempo de uso de los modelos 1 y 2 de la herramienta HEIJUNKA

$\% \text{ Relación del tiempo de uso} = \frac{N^{\circ} \text{ total de categorías de productos}}{\text{Días de espera} * \text{horas disponibles}}$	
<b>% Relación del tiempo de uso aplicando el Modelo 1</b>	<b>% Relación del tiempo de uso aplicando el Modelo 2</b>
$\% \text{ RTU} = \frac{44 \text{ prendas}}{22 \text{ días} \times 7,83 \text{ horas}}$ $\% \text{ RTU} = 25,54\%$	$\% \text{ RTU} = \frac{44 \text{ prendas}}{18 \text{ días} \times 7,83 \text{ horas}}$ $\% \text{ RTU} = 31,22\%$
<b>Progreso:</b> $\% \text{ Incremento} = \frac{31,22\% - 25,54\%}{25,54\%}$ $\% \text{ Incremento} = 22,22\%$	

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b> <b>PÁGINA: 10/15</b>	

Con los resultados anteriores se puede observar que el segundo método es mejor frente al primero con un porcentaje del 31,22%, que representa un incremento del 22,22% en relación con el tiempo de uso inicial.

### 5. Desarrollar el plan de producción de nivelación

Para desarrollar un plan de producción de nivelación, es necesario determinar la necesidad mensual, para poder determinar la producción semanal que se obtiene dividiendo la necesidad mensual para 4,4, esto debido a que en el mes hay 22 días hábiles y realizando la conversión a semanas nos genera el valor establecido, para el ejemplo se considera la necesidad mensual del producto de mayor demanda como se muestra a continuación:

$$\textit{Producción semanal} = \frac{\textit{Necesidad mensual}}{\textit{Semanas del mes}}$$

$$\textit{Producción semanal} = \frac{281 \textit{ prendas}}{4,4 \textit{ semanas}}$$

$$\textit{Producción semanal} = 63,86 = 64 \textit{ prendas/semana}$$



El plan semanal debe ser redondeado con el fin de poder cumplir con la demanda y no pasarse de las necesidades mensuales, por lo que al final se tienen las respectivas correcciones que corresponden a los desfases que se generan para poder igualarse a la demanda mensual real dentro del plan de nivelación.

Es necesario conocer la producción mensual que permita conocer el desfase que habrá que corregir al final de la siguiente manera:

$$\textit{Producción mensual} = \textit{unidades semanales} \times \textit{semanas del mes}$$

$$\textit{Producción mensual} = 64 \frac{\textit{prendas}}{\textit{semana}} \times 4,4 \textit{ semanas} = 281,6 \textit{ prendas}$$



	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA LM - TPM</b>	<b>CÓDIGO: HLM-03</b>	
		<b>PÁGINA: 11/15</b>	

El valor de corrección es la diferencia entre la producción y la demanda mensuales como se muestra a continuación:



**Tabla 111.** Unidades a producir de cada categoría de productos de manera semanal

Letra y color	PRODUCTO	Demanda Mensual	Producción semanal	Unidades a producir	Producción mensual	Corrección (P-D)
A	SHORT DIVINA	281	63,86	64	281,6	0,6
B	BODY DIVINA STRAPLESS	119	27,05	27	118,8	-0,2
C	FAJA MICAELA	106	24,09	24	105,6	-0,4
D	PANTY CONTROL ABDOMEN CON ENCAJE (ROSE)	73	16,59	16	70,4	-2,6
E	BODY PERLA	67	15,23	15	66	-1
F	FAJA MARILYN	66	15,00	15	66	0
G	BODY MARAVILLOSA	58	13,18	13	57,2	-0,8
H	FAJA BEAUTÉ	55	12,50	12	52,8	-2,2
I	FAJA ELISSE	49	11,14	11	48,4	-0,6
J	FAJA CACHETERO STRAPLESS	35	7,95	7	30,8	-4,2
K	MERY	32	7,27	7	30,8	-1,2
L	TABLAS POSTQUIRÚRGICAS	32	7,27	7	30,8	-1,2
M	FAJA NATURE	30	6,82	7	30,8	0,8
N	FAJA LILIANA	30	6,82	7	30,8	0,8
O	EQUILIBRE	27	6,14	6	26,4	-0,6
P	CHALECO LOANNE	26	5,91	6	26,4	0,4
Q	COMPLEMENTO PARA BRAZOS CON GAFETE FRONTAL	26	5,91	6	26,4	0,4
R	CINTURILLA COQUETA JADE	25	5,68	6	26,4	1,4
S	BRASIER POST QUIRÚRGICO	25	5,68	6	26,4	1,4
T	PROMOCIONAL ANTIFAZ DESINFLAMATORIO COCOA	23	5,23	5	22	-1
U	FAJA NATHALIE	21	4,77	5	22	1
V	FAJA LA BELLA	21	4,77	5	22	1
W	BODY MICAELA INVISIBLE	21	4,77	5	22	1
X	HARMONIE	20	4,55	4	17,6	-2,4
Y	FAJA LILIANA BRAZOS	18	4,09	4	17,6	-0,4
Z	CINTURILLA CORSET DE LUJO	18	4,09	4	17,6	-0,4
AA	CINTURILLA CON LÁMINA DE LATEX VISTO	16	3,64	4	17,6	1,6
BB	LIDIA	15	3,41	3	13,2	-1,8
CC	BVD APOLO	13	2,95	3	13,2	0,2
DD	FAJA BELMONT	11	2,50	3	13,2	2,2
EE	CHALECO ARIANNA	11	2,50	3	13,2	2,2
FF	MENTONERA CON ESPONJA BEIGE	11	2,50	3	13,2	2,2
GG	FAJA ELISSE STRAPLESS	10	2,27	2	8,8	-1,2
HH	CHALECO LATEX VISTO	10	2,27	2	8,8	-1,2
II	FAJA BRILLIT	9	2,05	2	8,8	-0,2
JJ	FAJA BEAUTÉ PINZAS USA	8	1,82	2	8,8	0,8
KK	BODY CACHETERO STRAPLESS CON ENCAJE SILICONADO, VARILLAS Y GLUTEO EN SESGO	8	1,82	2	8,8	0,8
LL	FAJA CAROLINE PINZAS	6	1,36	1	4,4	-1,6
MM	TABLA ABDOMINAL PERA	6	1,36	1	4,4	-1,6
NN	ADONIS	4	0,91	1	4,4	0,4
OO	COMPLEMENTOS MÉDICOS CORRECTOR DE POSTURA	3	0,68	1	4,4	1,4
PP	MENTONERA MOCA TIRA COCOA	3	0,68	1	4,4	1,4
QQ	COJÍN POST QUIRÚRGICO	2	0,45	1	4,4	2,4
RR	COJÍN ESPALDAR	1	0,23	1	4,4	3,4
<b>Total</b>		<b>1451</b>	<b>330</b>	<b>330</b>	<b>1452</b>	<b>-1</b>

Tabla 112. Plan de producción de nivelación mensual

Plan de producción de nivelación mensual																					
Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5	
RR1	T4	J7	E15	B26	QQ1	T5	I1	D1	B27	PP1	S1	I2	D2	A1	NN1	S6	I7	D7	A6	MM1	H7
QQ1	T5	I1	D1	B27	PP1	S1	I2	D2	A1	OO1	S2	I3	D3	A2	MM1	R1	I8	D8	A7	MM2	G1
PP1	S1	I2	D2	A1	OO1	S2	I3	D3	A2	NN1	S3	I4	D4	A3	LL1	R2	I9	D9	A8	LL1	G2
OO1	S2	I3	D3	A2	NN1	S3	I4	D4	A3	MM1	S4	I5	D5	A4	KK1	R3	I10	D10	A9	LL2	G3
NN1	S3	I4	D4	A3	MM1	S4	I5	D5	A4	LL1	S5	I6	D6	A5	KK2	R4	I11	D11	A10	III	G4
MM1	S4	I5	D5	A4	LL1	S5	I6	D6	A5	KK1	S6	I7	D7	A6	JJ1	R5	H1	D12	A11	HH1	G5
LL1	S5	I6	D6	A5	KK1	S6	I7	D7	A6	KK2	R1	I8	D8	A7	JJ2	R6	H2	D13	A12	HH2	G6
KK1	S6	I7	D7	A6	KK2	R1	I8	D8	A7	JJ1	R2	I9	D9	A8	III	Q1	H3	D14	A13	GG1	F1
KK2	R1	I8	D8	A7	JJ1	R2	I9	D9	A8	JJ2	R3	I10	D10	A9	III	Q2	H4	D15	A14	GG2	F2
JJ1	R2	I9	D9	A8	JJ2	R3	I10	D10	A9	III	R4	I11	D11	A10	HH1	Q3	H5	D16	A15	CC1	F3
JJ2	R3	I10	D10	A9	III	R4	I11	D11	A10	III	R5	H1	D12	A11	HH2	Q4	H6	C1	A16	BB1	F4
III	R4	I11	D11	A10	III	R5	H1	D12	A11	HH1	R6	H2	D13	A12	GG1	Q5	H7	C2	A17	BB2	F5
II1	R5	H1	D12	A11	HH1	R6	H2	D13	A12	HH2	Q1	H3	D14	A13	GG2	Q6	H8	C3	A18	BB3	F6
HH1	R6	H2	D13	A12	HH2	Q1	H3	D14	A13	GG1	Q2	H4	D15	A14	FF1	P1	H9	C4	A19	Z1	E1
HH2	Q1	H3	D14	A13	GG1	Q2	H4	D15	A14	GG2	Q3	H5	D16	A15	FF2	P2	H10	C5	A20	Z2	E2
GG1	Q2	H4	D15	A14	GG2	Q3	H5	D16	A15	FF1	Q4	H6	C1	A16	EE1	P3	H11	C6	A21	Y1	E3
GG2	Q3	H5	D16	A15	FF1	Q4	H6	C1	A16	FF2	Q5	H7	C2	A17	EE2	P4	H12	C7	A22	Y2	E4
FF1	Q4	H6	C1	A16	FF2	Q5	H7	C2	A17	FF3	Q6	H8	C3	A18	DD1	P5	G1	C8	A23	X1	E5
FF2	Q5	H7	C2	A17	FF3	Q6	H8	C3	A18	EE1	P1	H9	C4	A19	DD2	P6	G2	C9	A24	X2	E6
FF3	Q6	H8	C3	A18	EE1	P1	H9	C4	A19	EE2	P2	H10	C5	A20	CC1	O1	G3	C10	A25	X3	E7
EE1	P1	H9	C4	A19	EE2	P2	H10	C5	A20	EE3	P3	H11	C6	A21	CC2	O2	G4	C11	A26	X4	D1
EE2	P2	H10	C5	A20	EE3	P3	H11	C6	A21	DD1	P4	H12	C7	A22	CC3	O3	G5	C12	A27	W1	D2
EE3	P3	H11	C6	A21	DD1	P4	H12	C7	A22	DD2	P5	G1	C8	A23	CC3	O3	G5	C12	A27	W1	D2
DD1	P4	H12	C7	A22	DD2	P5	G1	C8	A23	DD3	P6	G2	C9	A24	BB1	O4	G6	C13	A28	V1	D3
DD2	P5	G1	C8	A23	DD3	P6	G2	C9	A24	CC1	O1	G3	C10	A25	BB2	O5	G7	C14	A29	U1	D4
DD3	P6	G2	C9	A24	CC1	O1	G3	C10	A25	CC2	O2	G4	C11	A26	BB3	O6	G8	C15	A30	T1	D5
CC1	O1	G3	C10	A25	CC2	O2	G4	C11	A26	CC3	O3	G5	C12	A27	AA1	N1	G9	C16	A31	T2	D6
CC2	O2	G4	C11	A26	CC3	O3	G5	C12	A27	BB1	O4	G6	C13	A28	AA2	N2	G10	C17	A32	T3	D7
CC3	O3	G5	C12	A27	BB1	O4	G6	C13	A28	BB2	O5	G7	C14	A29	AA3	N3	G11	C18	A33	S1	D8
BB1	O4	G6	C13	A28	BB2	O5	G7	C14	A29	BB3	O6	G8	C15	A30	AA4	N4	G12	C19	A34	R1	D9
BB2	O5	G7	C14	A29	BB3	O6	G8	C15	A30	AA1	N1	G9	C16	A31	Z1	N5	G13	C20	A35	Q1	C1
BB3	O6	G8	C15	A30	AA1	N1	G9	C16	A31	AA2	N2	G10	C17	A32	Z2	N6	F1	C21	A36	Q2	C2
AA1	N1	G9	C16	A31	AA2	N2	G10	C17	A32	AA3	N3	G11	C18	A33	Z3	N7	F2	C22	A37	P1	C3
AA2	N2	G10	C17	A32	AA3	N3	G11	C18	A33	AA4	N4	G12	C19	A34	Z4	M1	F3	C23	A38	P2	C4
AA3	N3	G11	C18	A33	AA4	N4	G12	C19	A34	Z1	N5	G13	C20	A35	Y1	M2	F4	C24	A39	O1	C5
AA4	N4	G12	C19	A34	Z1	N5	G13	C20	A35	Z2	N6	F1	C21	A36	Y2	M3	F5	B1	A40	O2	C6
Z1	N5	G13	C20	A35	Z2	N6	F1	C21	A36	Z3	N7	F2	C22	A37	Y3	M4	F6	B2	A41	O3	C7
Z2	N6	F1	C21	A36	Z3	N7	F2	C22	A37	Z4	M1	F3	C23	A38	Y4	M5	F7	B3	A42	N1	C8
Z3	N7	F2	C22	A37	Z4	M1	F3	C23	A38	Y1	M2	F4	C24	A39	X1	M6	F8	B4	A43	N2	C9
Z4	M1	F3	C23	A38	Y1	M2	F4	C24	A39	Y2	M3	F5	B1	A40	X2	M7	F9	B5	A44	M1	C10
Y1	M2	F4	C24	A39	Y2	M3	F5	B1	A40	Y3	M4	F6	B2	A41	X3	L1	F10	B6	A45	M2	B1
Y2	M3	F5	B1	A40	Y3	M4	F6	B2	A41	Y4	M5	F7	B3	A42	X4	L2	F11	B7	A46	L1	B2
Y3	M4	F6	B2	A41	Y4	M5	F7	B3	A42	X1	M6	F8	B4	A43	W1	L3	F12	B8	A47	L2	B3
Y4	M5	F7	B3	A42	X1	M6	F8	B4	A43	X2	M7	F9	B5	A44	W2	L4	F13	B9	A48	L3	B4
X1	M6	F8	B4	A43	X2	M7	F9	B5	A44	X3	L1	F10	B6	A45	W3	L5	F14	B10	A49	L4	B5
X2	M7	F9	B5	A44	X3	L1	F10	B6	A45	X4	L2	F11	B7	A46	W4	L6	F15	B11	A50	K1	B6
X3	L1	F10	B6	A45	X4	L2	F11	B7	A46	W1	L3	F12	B8	A47	W5	L7	E1	B12	A51	K2	B7
X4	L2	F11	B7	A46	W1	L3	F12	B8	A47	W2	L4	F13	B9	A48	V1	K1	E2	B13	A52	K3	B8
W1	L3	F12	B8	A47	W2	L4	F13	B9	A48	W3	L5	F14	B10	A49	V2	K2	E3	B14	A53	K4	B9
W2	L4	F13	B9	A48	W3	L5	F14	B10	A49	W4	L6	F15	B11	A50	V3	K3	E4	B15	A54	J1	B10
W3	L5	F14	B10	A49	W4	L6	F15	B11	A50	W5	L7	E1	B12	A51	V4	K4	E5	B16	A55	J2	B11
W4	L6	F15	B11	A50	W5	L7	E1	B12	A51	V1	K1	E2	B13	A52	V5	K5	E6	B17	A56	J3	A1
W5	L7	E1	B12	A51	V1	K1	E2	B13	A52	V2	K2	E3	B14	A53	U1	K6	E7	B18	A57	J4	A2
V1	K1	E2	B13	A52	V2	K2	E3	B14	A53	V3	K3	E4	B15	A54	U2	K7	E8	B19	A58	J5	A3
V2	K2	E3	B14	A53	V3	K3	E4	B15	A54	V4	K4	E5	B16	A55	U3	J1	E9	B20	A59	J6	A4
V3	K3	E4	B15	A54	V4	K4	E5	B16	A55	V5	K5	E6	B17	A56	U4	J2	E10	B21	A60	J7	A5
V4	K4	E5	B16	A55	V5	K5	E6	B17	A56	U1	K6	E7	B18	A57	U5	J3	E11	B22	A61	I1	A6
V5	K5	E6	B17	A56	U1	K6	E7	B18	A57	U2	K7	E8	B19	A58	T1	J4	E12	B23	A62	I2	A7
U1	K6	E7	B18	A57	U2	K7	E8	B19	A58	U3	J1	E9	B20	A59	T2	J5	E13	B24	A63	I3	A8
U2	K7	E8	B19	A58	U3	J1	E9	B20	A59	U4	J2	E10	B21	A60	T3	J6	E14	B25	A64	I4	A9
U3	J1	E9	B20	A59	U4	J2	E10	B21	A60	U5	J3	E11	B22	A61	T4	J7	E15	B26	A65	I5	A10
U4	J2	E10	B21	A60	U5	J3	E11	B22	A61	T1	J4	E12	B23	A62	S1	I2	D2	A1	A67	H2	A12
U5	J3	E11	B22	A61	T1	J4	E12	B23	A62	T2	J5	E13	B24	A63	S2	I3	D3	A2	A68	H3	A13
T1	J4	E12	B23	A62	T2	J5	E13	B24	A63	T3	J6	E14	B25	A64	S3	I4	D4	A3	A69	H4	A14
T2	J5	E13	B24	A63	T3	J6	E14	B25	A64	T4	J7	E15	B26	A65	S4	I5	D5	A4	A70	H5	A15
T3	J6	E14	B25	A64	T4	J7	E15	B26	A65	T5	I1	D1	B27	A66	S5	I6	D6	A5	A71	H6	

Tiempo total para tener al menos una unidad de cada categoría de productos: 5 Días

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b> <b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b> <b>PÁGINA: 13/15</b>	

En la tabla 112 se presenta el plan de producción de nivelación, equilibrando la demanda de cada prenda por semana, con la finalidad de reducir el tiempo de entrega para los clientes de los 44 productos, para lo cual, la relación del tiempo de uso es el siguiente:

$$\% \textit{Relación tiempo de uso} = \frac{44}{5 * 7,83} = 112,39 \%$$

Este resultado es debido a que en el día 5 la empresa tendría listo los 44 productos para ofrecer a los clientes y donde el tiempo de espera se reduce con respecto al modelo 2, pasando de 18 días tener al menos una unidad de cada categoría en tan solo 5 días, lo que representa un porcentaje de la relación del tiempo de uso del 112,39% y un porcentaje de incremento del 260,11% frente al modelo 2.

$$\% \textit{Incremento} = \frac{112,39\% - 31,22\%}{31,22\%}$$

$$\% \textit{Incremento} = 260,11\%$$



## 6. Establecer el cronograma diario de producción

Conocido el valor del Takt Time de 7,14 minutos procedemos a transformar al formato de (horas: minutos: segundo), utilizando la herramienta de formatos hora de Excel, por lo cual se tendrá un valor de 7 minutos con 8 segundos como ritmo de producción para cada producto. Se establece la hora de inicio y fin tomando en cuenta el tiempo en formato horas de la tabla 113.

**Tabla 113.** Formato (hh: mm: ss) del valor de Takt Time



Takt Time	Formato (hh:mm:ss)
7,14	0:07:08

Se establece el presente cronograma de la tabla 114 tomando en cuenta el descanso de 10 minutos de la mañana y la hora de almuerzo que permita una correcta planificación.

	<b>EMPRESA RENNOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b>	
	<b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>PÁGINA: 14/15</b>	

**Tabla 114.** Cronograma del día 1 del plan de nivelación HEIJUNKA

Productos	Hora de inicio	Hora de finalización
RR1	8:00:00	8:07:08
QQ1	8:07:09	8:14:17
PP1	8:14:18	8:21:26
OO1	8:21:27	8:28:35
NN1	8:28:36	8:35:44
MM1	8:35:45	8:42:53
LL1	8:42:54	8:50:02
KK1	8:50:03	8:57:11
KK2	8:57:12	9:04:20
JJ1	9:04:21	9:11:29
JJ2	9:11:30	9:18:38
II1	9:18:39	9:25:47
II1	9:25:48	9:32:56
HH1	9:32:57	9:40:05
HH2	9:40:06	9:47:14
GG1	9:47:15	9:54:23
GG2	9:54:24	10:01:32
<b>DESCANZO 10 MINUTOS</b>		
FF1	10:11:32	10:18:40
FF2	10:18:41	10:25:49
FF3	10:25:50	10:32:58
EE1	10:32:59	10:40:07
EE2	10:40:08	10:47:16
EE3	10:47:17	10:54:25
DD1	10:54:26	11:01:34
DD2	11:01:35	11:08:43
DD3	11:08:44	11:15:52
CC1	11:15:53	11:23:01
CC2	11:23:02	11:30:10
CC3	11:30:36	11:37:44
BB1	11:37:45	11:44:53
BB2	11:44:54	11:52:02
BB3	11:52:03	11:59:11
AA1	11:59:12	12:06:20
AA2	12:06:21	12:13:29
AA3	12:13:30	12:20:38
AA4	12:20:39	12:27:47
<b>HORA DE ALMUERZO</b>		
Z1	13:27:48	13:34:56
Z2	13:34:57	13:42:05
Z3	13:42:06	13:49:14
Z4	13:49:15	13:56:23
Y1	13:56:24	14:03:32
Y2	14:03:33	14:10:41
Y3	14:10:42	14:17:50
Y4	14:17:51	14:24:59

	<b>EMPRESA RENOVA</b>		
	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO: HLM-04</b>	
	<b>LM - HEIJUNKA</b>	<b>PÁGINA: 15/15</b>	

**Tabla 114.** Cronograma del día 1 del plan de nivelación HEIJUNKA ( continuación 1).

Productos	Hora de inicio	Hora de finalización
X1	14:25:00	14:32:08
X2	14:32:09	14:39:17
X3	14:39:18	14:46:26
X4	14:46:27	14:53:35
W1	14:53:36	15:00:44
W2	15:00:45	15:07:53
W3	15:07:54	15:15:02
W4	15:15:03	15:22:11
W5	15:22:12	15:29:20
V1	15:29:21	15:36:29
V2	15:36:30	15:43:38
V3	15:43:39	15:50:47
V4	15:50:48	15:57:56
V5	15:57:57	16:05:05
U1	16:05:05	16:12:13
U2	16:12:14	16:19:22
U3	16:19:23	16:26:31
U4	16:26:32	16:33:40
U5	16:33:41	16:40:49
T1	16:40:50	16:47:58
T2	16:47:59	16:55:07
T3	16:55:08	17:02:16

## 7. Medir la evolución en el tiempo

En el modelo inicial se tiene un total de 22 días para dar atención al último producto, mientras que en el último modelo propuesto se determina una atención a todos los productos en 5 días por lo cual, el porcentaje de mejora que se tendría es:

$$\% \text{ Reducción del tiempo} = \frac{|Tiempo actual - Tiempo inicial|}{Tiempo inicial} \times 100\%$$

$$\% \text{ Reducción del tiempo} = \frac{|5 \text{ días} - 22 \text{ días}|}{22} \times 100\%$$

$$\% \text{ Reducción del tiempo} = 77,27 \%$$

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Mediante el análisis ABC se pudo identificar el producto de mayor rentabilidad, correspondiente a la prenda Micaela Balance (0112018) a partir del histórico de ventas de enero a octubre del año 2022, artículo a partir del cual se analizaron los distintos procesos de manufactura que permitieron realizar un estudio de tiempos que facilitó el trazo del VSM actual, donde se dieron a conocer las diferentes capacidades de producción en cada sección del área operativa y los desperdicios clásicos de Lean Manufacturing presentes.
- A través del diseño del VSM actual se pudo conocer el tiempo de valor añadido correspondiente a 15,57 minutos, y un tiempo que no agrega valor de 18 días debido al tiempo de entrega de materia prima de 15 días y tiempo de entrega del producto hacia el cliente de 3 días y no existen inventarios intermedios entre operaciones ya que la planta se encuentra balanceada, también se determinó el valor de Takt Time de 7,14 min/prenda y se identificaron 5 desperdicios de mayor afectación en el proceso productivo: defectos, reprocesos, movimientos innecesarios, esperas e inventario, los cuales limitan a la empresa a tener una capacidad de 175 prendas diarias en la línea de confección.
- Se realizó un análisis detallado de cada uno de los desperdicios de Lean Manufacturing presentes en el proceso productivo determinando en el mes de octubre un porcentaje de defectos por unidad del 20,91% con un índice de inestabilidad del 29,63% y en el mes de noviembre se obtuvo un porcentaje de defectos por unidad del 38,40% representando un incremento del 29,60% frente al mes anterior. De todos los defectos identificados el 44 % estuvo asociado al factor máquina y el 56% se debió a errores humanos.
- Mediante un Diagrama de Pareto se identificaron entre las causas más comunes de reprocesos: salto de puntada (23,44%), costura desviada (20,16%), costura floja (15,25%) , mal sujetado (13,11%), prendas sin remate (6,23%) y costura sobre montada (5,57%) provenientes en su mayoría de las máquinas overlock, unidora

y recta, empleando un tiempo total entre el mes de octubre y noviembre de 1784,45 minutos, además, se realizó un análisis de costos considerando los minutos empleados para el reprocesamiento, energía eléctrica e insumos de reposición por falla, obteniendo un total de \$ 443,08 de pérdida en el periodo octubre-noviembre por el desperdicio de reprocesamiento que va de la mano con los defectos generados en el proceso productivo, de lo cual se estableció que los desperdicios que predominan en la línea de producción son defectos y reprocesos.

- La mayor parte de movimientos innecesarios se debía a los recorridos frecuentes por parte del operador de bodega el cual presentó un mayor tiempo improductivo con un 39,50% frente a los demás factores como la búsqueda de hilos a bodega por parte del operador de atraque (13,03%) y la búsqueda de componentes a bodega (12,63%), sumando una cantidad de 215,78 minutos improductivos y 1635 metros recorridos en el mes de noviembre, lo cual afectaba directamente al flujo productivo, las demás causas estuvieron relacionadas directamente con el descuido por parte de los trabajadores por pérdida de materiales y herramientas.
- Los factores que presentaron el mayor tiempo de espera en el mes de noviembre de acuerdo con el Diagrama de Pareto fueron las esperas de prendas en bodega de producto terminado ( 67,25%) y el mantenimiento correctivo (22,23%) que ocurría en el normal funcionamiento de la planta con un total de 4006,25 minutos, finalmente se observó una cantidad de inventario de 240 prendas al término del mes de noviembre en la sección de atraque, de este modo, se llevó a cabo un análisis de las herramientas de Lean Manufacturing que permitan la reducción y/o eliminación de dichos niveles de desperdicio presentes actualmente en el proceso.
- Con la información obtenida se desarrolló un manual de herramientas aplicables a la realidad de la organización con las metodologías: JIDOKA, TPM, APU y HEIJUNKA, con JIDOKA, se propuso un modelo de detección de fallas en proceso donde participen todos los operarios para evitar que el defecto se detecte en la última etapa del proceso o peor aún, cuando llega al cliente final, mediante la herramienta de los 5 ¿por qué? y diagrama de Ishikawa se identificaron oportunidades de mejora que permitan desarrollar un plan de acción que atienda este tipo de desperdicio y minimice el porcentaje de defectos por unidad.
- Se propuso la herramienta TPM con enfoque a mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo, siendo el primero el más importante ya que requiere de la participación de los operarios de máquina, que evite fallos inesperados en el

normal funcionamiento de la planta, para los cuales se establecieron instructivos de mantenimiento autónomo y un cronograma, clasificando las actividades en antes, durante y al finalizar la jornada, que permita alargar la vida útil del equipo, además, se calculó el OEE actual y futuro, donde se observó un porcentaje de incremento del índice global de los equipos del 40,94% si se implementara la presente propuesta.

- Se plantea mejorar la comunicación entre el departamento de producción y bodega mediante la herramienta APU (Almacenamiento en el Punto de Uso) que permite una socialización de la planificación semanal con el fin de que los puestos de trabajo se encuentren abastecidos con lo necesario en el tiempo necesario, reduciendo el 72,86 % de los movimientos en la planta, y optimizando el 78,31 % del tiempo, eliminando los recorridos por parte de los operadores de la línea de confección y atraque. Finalmente se propuso la herramienta HEIJUNKA donde se establecen tres modelos diferentes de producción, la primera priorizando los productos de mayor demanda, el segundo, dando prioridad a los artículos de menor demanda y finalmente estableciendo un plan de nivelación que permita fabricar solo aquello que requiere la demanda, en el tiempo que lo necesita, lo cual aporta una mejora del 77,27% en días de entrega de productos hacia el cliente final, eliminando los desperdicios de inventario y esperas.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Implementar la presente propuesta en la organización y realizar un seguimiento mensual del progreso que tiene la línea de producción a través de los indicadores establecidos en el manual de herramientas Lean Manufacturing.
- Socializar la propuesta con los operadores de la empresa, capacitarles en relación con el uso de cada herramienta Lean Manufacturing y crear un compromiso desde la alta directiva, hacia los demás departamentos que fomente la cultura lean para tener procesos más esbeltos dentro de la organización.
- Realizar la simulación con el plan de nivelación HEIJUNKA de la presente propuesta que permita tener un enfoque más cercano al cambio en las operaciones que se llevarían a cabo.
- Realizar un nuevo estudio de tiempos considerando las actividades de set up propuestas en el TPM que permita tener un tiempo estándar de preparación de máquina y analizar las nuevas capacidades de producción.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. Ballesteros, “Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas ,” *Scientia Et Technica*, vol. 14, pp. 223–228, Jun. 2008.
- [2] E. Carvallo, “Lean Manufacturing: Oportunidades de Aplicación en el Sector Exportador de Confecciones,” Jul. 19, 2017. <https://apttperu.com/lean-manufacturing-oportunidades-aplicacion-sector-exportador-confecciones/> (accessed Jun. 14, 2022).
- [3] Á. Santos, *La Industria Textil sedera de Toledo*, CIDI. Cuenca, 2010.
- [4] A. Tejeda, “Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos,” *Redalyc*, vol. 36, pp. 276–310, May 2011.
- [5] P. Sánchez, “Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación ,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 25, pp. 137–148, Jun. 2014.
- [6] D. Oliveros, P. Guzmán, and E. Mendoza, *La eficiencia y productividad del sector textil y confecciones en Colombia*. Bucaramanga, 2019.
- [7] R. Arrarte, “Productividad y Competitividad en la Industria Textil Confecciones Peruana 2012-2015,” *Revista de Investigación Quipukamayoc*, vol. 25, pp. 113–121, 2017.
- [8] Asociación de Industriales Textiles del Ecuador, “Industria textil historia y actualidad,” *AITE*. <https://www.aite.com.ec/industria.html> (accessed Jun. 14, 2022).
- [9] P. López, “La productividad es casi todo,” Quito, Jul. 2017.
- [10] V. Jarrín, “Planes de carrera y el desempeño laboral de los colaboradores de la empresa RENOVA,” Ambato, 2018.
- [11] A. Matos, J. Días, R. Lima, R. Sousa, and M. Carvalho, “Rediseño del Sistema Logístico Interno de un Proveedor Textil para la Industria Automotriz.,” in *International Conference Innovation in Engineering*, Aug. 2022, pp. 49–60.
- [12] N. Jasti and R. Kodali, “Una investigación empírica sobre el marco del sistema

de producción ajustada en la industria manufacturera india.” *Benchmarking*, vol. 26, pp. 296–316, Feb. 2019.

- [13] V. Sosa, J. Palomino, and F. Domínguez, “Modelo de Gestión de la Producción Lean Manufacturing centrado en el Empoderamiento de los trabajadores destinado a aumentar la Eficiencia Productiva en el sector textil.” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Apr. 2020.
- [14] H. Gonzáles, N. Grisales, and F. Echeverry, “Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso,” *Revista Escuela de Administración de Negocios*, vol. 85, pp. 199–218, Nov. 2022.
- [15] “Facilitadores y barreras para la adopción del sistema lean: un enfoque de método mixto,” *International Journal of Productivity and Quality Management*, vol. 35, pp. 220–240, 2022.
- [16] G. Robertsons, I. Mezinka, and I. Lapina, “Barreras para la implementación de Lean en la industria textil,” *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 13, pp. 648–670, May 2022.
- [17] L. Leyva, E. Perugachi, R. Piarpuezan, C. Orges, E. Montenegro, and J. Burgos, “Aplicación de Lean Manufacturing en la industria textil,” in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Jul. 2018.
- [18] V. Muthukumaram and V. Hariram, “Una investigación sobre la implementación de herramientas lean en todas las verticales de fabricación textil,” *Int J Eng Adv Technol*, vol. 8, pp. 585–588, Aug. 2019.
- [19] O. Dogan, U. Cebeci, and K. Oksuz, “Un sistema inteligente de apoyo a la toma de decisiones para SMED y su aplicación en la industria textil.” in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Jul. 2018, pp. 933–942.
- [20] D. Behnam, A. Ayough, and H. Mirghaderi, “Enfoque de mapeo de flujo de valor y proceso de red analítica para identificar y priorizar los Mudas del









sistema de producción (estudio de caso: empresa de fabricación de prendas de vestir de fibra natural).,” *Journal of the Textile Institute*, pp. 64–72, Jan. 2018.

- [21] A. Kumar and N. Shiwakoti, “Uso del enfoque de dinámica de sistemas para examinar el impacto de ERP y Lean en el rendimiento de la fabricación.,” in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*., Jul. 2018, pp. 350–357.
- [22] H. Diah, A. Parkhan, and M. Sugarindra, “Mejora de la productividad en la línea de producción con enfoque de fabricación ajustada: estudio de caso PT. XYZ.,” in *International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development*, Feb. 2018.
- [23] A. Mahmood, “Mirando a Lean a través de la lente de la Dinámica del Sistema de Sistemas: Un caso de fábricas de tejidos.,” *J Eng Fiber Fabr*, vol. 14, Aug. 2019.
- [24] U. Can and B. Selin, “Exámen de sistemas de manufactura esbelta mediante técnica de simulación en la industria de la confección.,” *The Journal of the Textile Institute*, vol. 112, pp. 377–387, Apr. 2020.
- [25] B. Alanya, K. Dextre, V. Núñez, and J. Álvarez, “Mejora del proceso de corte a través de lean manufacturing en una PYME textil peruana.,” *The Journal of the Textile Institute*, vol. 12, pp. 265–270, 2020.
- [26] A. Parvez, I. Parveen, I. Mahmud, and M. Cho, “Impacto de la ‘hoja de verificación’ y el ‘diagrama de flujo’ para mejorar la calidad y la eficiencia de la unidad de acabado en una industria de la confección.,” in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Mar. 2020, pp. 563–568.
- [27] N. Rajkishore, “Gestión de la Cadena de Suministro Ajustada en la Industria Textil y de la Moda.,” *The Journal of the Textile Institute*, vol. 154, pp. 196–210, Jan. 2022.
- [28] IEIM, Ed., “Modelo Lean que aplica JIT, Kanban y trabajo estandarizado para aumentar la productividad y la gestión en una PYME textil.,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, Jan. 2022, pp. 79–84.



- [29] J. Coronel, A. Flores, J. Quiroz, D. Huamani, and Collao; M, “Modelo de Gestión Logística para reducir pedidos no conformes a través de Lean Warehouse y JIT: Un caso de estudio en PYMES textiles del Perú.,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, Jan. 2022, pp. 19–24.
- [30] C. Carhuayano, G. Viacaba, and J. Cáceres, “Estudio de Caso: Una Empresa Mediana de Fabricación de Ropa para Bebés, Un Modelo de Producción Basado en la Estandarización y la SLP.,” in *Proceedings - 2022 8th International Conference on Information Management, ICIM 2022*, Mar. 2022, pp. 191–195.
- [31] M. Velázquez, *Administración de los sistemas de producción*, LIMUSA., vol. 1. Oaxaca, 2001.
- [32] L. Socconini, *Lean Manufacturing Paso a Paso*, Primera edición. Valencia, 2019.
- [33] J. Hernández and A. Vizán, *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación*. Madrid, 2013.
- [34] P. Gómez, “Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad,” Cataluña, Jul. 2010.
- [35] J. Garay and P. Cicedo, “Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing,” *Redalyc*, vol. 7, no. 14, pp. 109–144, Dec. 2019.
- [36] J. Coronado and T. Portillo, “Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria,” *Scielo*, vol. 1, pp. 171–177, Sep. 2017.
- [37] J. Romero, R. Martinez, C. Galvez, and C. Raymundo, “Modelo de gestión de procesos en tintorería y acabados de tejidos aplicando Lean Manufacturing y matriz Kaizen para el sector textil.,” in *2019 IEEE 39th Central America and Panama Convention, CONCAPAN 2019*, Nov. 2019.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Listado general de todos los productos que oferta la empresa Renova

Nº	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
1	0112018	FAJA MICAELA	
2	0912001	SHORT DIVINA	
3	0112017	FAJA MARILYN	
4	1012003	BODY DIVINA STRAPLESS	
5	0112001	FAJA BEAUTÉ	
6	0112004	FAJA ELISSE	
7	1012014	BODY PERLA	
8	0112021	FAJA NATURE	

**ANEXO 1:** Listado general de todos los productos que oferta la empresa Renova  
(continuación 1)

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
9	0112019.P01.00	FAJA CACHETERO STRAPLESS (Cachetero cierre al costado)	
10	0112014.P01.00	FAJA LILIANA	
11	1012022.P01.00	BODY MARAVILLOSA	
12	0112006.P01.00	EQUILIBRE	
13	0112010.P01.00	HARMONIE	
14	0112015.P01.00	FAJA LILIANA BRAZOS	
15	0112020.P01.00	FAJA NATHALIE	
16	0612005.P01.00	CHALECO LOANNE	

**ANEXO 1: Listado general de todos los productos que oferta la empresa Renova (continuación 2)**







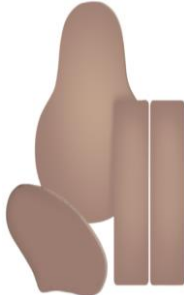

Nº	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
17	0912202.P01.00	MERY	
18	0112013.P01.00	FAJA LA BELLA	
19	0112214.P01.00	LIDIA Faja strapless cierre central	
20	0712002.P02.02	CINTURILLA COQUETA JADE	
21	0712007.P03.00	CINTURILLA CORSET DE LUJO	
22	0812005.P01.00	PANTY CONTROL ABDOMEN CON ENCAJE (ROSE)	
23	1012009.P01.00	BODY MICAELA INVISIBLE	
24	1432001.P00.00	TABLAS POSTQUIRÚRGICAS	

**ANEXO 1:** Listado general de todos los productos que oferta la empresa Renova  
(continuación 3)

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
25	1712001.P01.00	COMPLEMENTO PARA BRAZOS CON GAFETE FRONTAL	
26	0122025.P01.00	FAJA BELMONT	
27	2822001.P01.00	BVD APOLO	
28	0112005.P01.00	FAJA ELISSE STRAPLESS	
29	0612201.P01.00	CHALECO ARIANNA	
30	0112205.P01.00	FAJA BRILLIT	
31	1112001.P01.00	BRASIER POST QUIRÚRGICO	
32	0112128.P01.00	FAJA BEAUTÉ PINZAS USA	



**ANEXO 1:** Listado general de todos los productos que oferta la empresa Renova  
(continuación 4)

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
33	0712003.P03.00	CINTURILLA CON LÁMINA DE LATEX VISTO	
34	0112126.P02.00	FAJA CAROLINE PINZAS	
35	0612007.P03.00	CHALECO LATEX VISTO	
36	1012125.P01.00	BODY CACHETERO STRAPLESS CON ENCAJE SILICONADO, VARILLAS Y GLUTEO EN SESGO	
37	0622202.P01.00	ADONIS Chaleco corrector de postura	
38	1832103.P02.00	MENTONERA CON ESPONJA BEIGE	
39	1432104.P01.00	TABLA ABDOMINAL PERA	
40	2332002.P01.00	PROMOCIONAL ANTIFAZ DESINFLAMATORIO COCOA	

**ANEXO 1:** Listado general de todos los productos que oferta la empresa Renova (continuación 5)

N°	REFERENCIA	MODELO	ILUSTRACIÓN
41	2532002.P02.00	COMPLEMENTOS MÉDICOS CORRECTOR DE POSTURA	
42	2532201.P03.00	COJÍN POST QUIRÚRGICO (Cirugía glúteos)	
43	1832001.P01.00	MENTONERA MOCA TIRA COCOA	
44	2532202.P03.00	COJÍN ESPALDAR	


**ANEXO 2:** Cronómetro calibrado empleado para la toma de tiempos de operación.



ANEXO 3: Flexómetro calibrado empleado para la medición de distancias.



ANEXO 4: Informe de calibración del flexómetro

INFORME DE VERIFICACION						
EMPRESA:	UTA		EQUIPO:	FLEXOMETRO		
NOMBRE:	Santiago Freire		MARCA:	CENTURY		
DIRECCION:	HUACHI CHICO		MODELO:	POWER TYPE		
TELEFONO:	03-2751230		CODIGO:	FLX001		
E-MAIL:	mguevara9913@hotmail.com		ESCALA USO:	0-5000 mm		
FECHA VERIFICACION:	10/9/2022		RESOLUCION:	1 mm		
ENSAYO Y RESULTADOS						
TOLERANCIA:	±1				K	2
Criterio de asignación:	1				U <sub>p</sub>	0.540000
Intervalo admisible:	1.0				U <sub>i</sub>	0.270000
Unidad:	mm				k	1.32
Valor Patrón	500	1000	1500	2000		
Lectura 1	500	1000	1500	2000		
Lectura 2	500	1000	1500	2000		
Lectura 3	500	1000	1500	2000		
Numero de lecturas n	3					
MEDIA	500.000000	1,000.000000	1,500.000000	2,000.000000		
DESVIACION STAND	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		
U <sub>a</sub>	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		
U <sub>ec</sub>	0.270000	0.270000	0.270000	0.270000		
U <sub>x</sub>	0.356400	0.356400	0.356400	0.356400		
U <sub>so</sub>	501.00000	1,001.00000	1,501.00000	2,001.00000		
U <sub>s</sub>	500.35640	1,000.35640	1,500.35640	2,000.35640		
U <sub>i</sub>	499.64360	999.64360	1,499.64360	1,999.64360		
U <sub>ia</sub>	499.00000	999.00000	1,499.00000	1,999.00000		
PATRON UTILIZADO						
EQUIPO	CODIGO	CERTIFICADO				
Regla patrón	3028M1	ILF-2022-0504				
CRITERIO ACEPTACION:	APROBADO					
OBSERVACIONES:	Ensayo realizado por comparación					
Realizado por:	 Ing. Edison Espin					

$U_{sA}$  \_\_\_\_\_  
 $U_s$  \_\_\_\_\_  
 $U_i$  \_\_\_\_\_  
 $U_{iA}$  \_\_\_\_\_

$U_s \leq U_{sA}$   
 $U_i \geq U_{iA}$

**ANEXO 5:** Tabla resumen de artículos científicos obtenidos mediante la metodología PRISMA.

Código	Título	Base de Datos	Año	Preguntas de Investigación	Autores	Objetivo	Respuesta a las preguntas de investigación
A1	Aplicación de Lean Manufacturing en la industria textil.	Scopus	2018	PI1 PI2 PI3	Leyva, L; Perugachi, E; Piarpuezan, R; Orges, C; Montenegro, E; Burgos, J.	Plantear una propuesta de aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para la reducción de residuos en la industria textil [17].	Se identifican como principales desperdicios: tiempos muertos elevados, defectos, desorden, cuellos de botella, que fueron atacados con las herramientas, manufactura celular y 5S's con lo que se logró reducir la tasa de pedidos incompletos del 31% al 0%.
A2	Un sistema inteligente de apoyo a la toma de decisiones para SMED y su aplicación en la industria textil.	Scopus	2018	PI1 PI2 PI3	Dogan, O; Cebeci, U; Oksuz, K.	Proporcionar la capacidad de fabricar pequeñas cantidades de la gran diversidad de demandas de los clientes para producir lotes pequeños con plazos de entrega cortos [19].	El principal desperdicio identificado fue tiempos de preparación elevados, y mediante la implementación de la metodología SMED se supone una reducción del tiempo de configuración hasta el 73,1% y de esta manera poder fabricar pequeños lotes con plazos de entrega cortos.
A3	Enfoque de mapeo de flujo de valor y proceso de red analítica para identificar y priorizar las mudas del sistema de producción (estudio de caso: empresa de fabricación de prendas de vestir de fibra natural).	Scopus	2018	PI2	Behnam, D; Ayough, A; Mirghaderi, H.	Identificar y priorizar las mudas de la línea de producción de una empresa de fabricación de prendas de vestir de fibra natural; utilizando el mapeo del flujo de valor para identificar las mudas, y posterior empleo del método de jerarquía analítica para filtrar las Mudras [20].	En el presente artículo se aplica el proceso de red analítica para priorizar las 7 mudas clásicas en función de tres índices: costo, calidad y entrega, y mediante el desarrollo de un VSM futuro se propone reducir la espera de producción tras la disminución de los desperdicios.
A4	Uso del enfoque de dinámica de sistemas para examinar el impacto de ERP y Lean en el rendimiento de la fabricación.	Scopus	2018	PI2	Kumar, A; Shiwakoti, N.	Examinar cuantitativamente los impactos de la fabricación ajustada y la Planificación de Recursos Empresariales (ERP) para los sistemas de fabricación y ofrecer ideas para las implicaciones gerenciales de un estudio de caso en la industria textil y de la confección [21].	Los resultados resaltan el papel de la fabricación ajustada en sí misma y respaldan la opinión de que ERP se convierte en un obstáculo para Manufactura esbelta cuando las prácticas esbeltas no se integran adecuadamente en el sistema ERP.
A5	Mejora de la productividad en la línea de producción con enfoque de fabricación ajustada: estudio de caso PT. XYZ.	Scopus	2018	PI1 PI2 PI3	Diah, H; Parkhan, A; Sugarindra, M.	Mapear la línea de producción actual, analizar y diseñar el mapeo del flujo de valor futuro mediante la eliminación de residuos ocurridos [22].	Los desperdicios más comunes en esta empresa fueron: retraso de materia prima, productos defectuosos, procesamiento inadecuado y movimientos innecesarios, por lo cual se realizó un VSM para monitorear todo el proceso productivo y eliminar aquellas actividades que no generan valor, que permita mejorar el rendimiento.



**ANEXO 5:** Tabla resumen de artículos científicos obtenidos mediante la metodología PRISMA (continuación 1).

Código	Título	Base de Datos	Año	Preguntas de Investigación	Autores	Objetivo	Respuesta a las preguntas de investigación
A6	Modelo de gestión de procesos en tintorería y acabados de tejidos aplicando Lean Manufacturing y matriz Kaizen para el sector textil.	Scopus	2019	PI1 PI2 PI3	Romero, J; Gálvez, C; Martínez, R; Raymundo C.	Implementar la metodología Lean, centrándose directamente en la optimización de los procesos productivos utilizando sus diversas herramientas y una selección de indicadores para el seguimiento de los resultados [37].	Se realizó un estudio de caso en una empresa real que implementó las diferentes herramientas Lean y la matriz Kaizen en el proceso de teñido y acabado, proceso que presenta un alto porcentaje de defectos. Esto permitió reducir efectivamente el número de procesos en un significativo 8.14%, lo que le permitió a la empresa ahorrar \$ 184,320. 42.
A7	Una investigación sobre la implementación de herramientas lean en todas las verticales de fabricación textil.	Scopus	2019	PI2 PI3	Muthukumaram, V; Hariram, V;	Investigar en base a varios autores la implementación de herramientas lean para reducir el desperdicio en el proceso productivo del sector textil [18].	Se realizó una investigación mediante encuestas a varias industrias textiles de Pakistán sobre la implementación de herramientas LM, y sus resultados fueron la utilización de las técnicas 5S, círculos de control de calidad, Kaizen y SMED, lo cual contribuía a la mejora de sus procesos.
A8	Mirando a Lean a través de la lente de la Dinámica del Sistema de Sistemas; Un caso de fábricas de tejidos.	Scopus	2019	PI3	Mahmood, A.	Proponer que el enfoque de Dinámica de Sistemas en un estudio de caso de una organización de tejido textil [23].	En lo que respecta a la reestructuración de los procedimientos y operaciones, las herramientas Lean agregan más valor al sistema de producción cuando se aplica en relación con el sistema de concepciones de sistemas de alta tecnología, junto con los flujos de materiales, energía e información.
A9	Una investigación empírica sobre el marco del sistema de producción ajustada en la industria manufacturera india.	Scopus	2019	PI3	Jasti, N; Kodali, R.	Verificar la aplicabilidad del marco propuesto del Lean Production System (LPS) o Sistema de Producción Ajustada en la industria manufacturera India en cinco sectores principales: automóvil, procesos, máquinas y equipos, electrónica y textiles [12].	La investigación empírica reveló que el marco de LPS propuesto tiene un alto nivel de confiabilidad y validez en la industria manufacturera india. Por lo tanto, el estudio concluyó que el marco LPS es útil para implementar los principios lean de manera estructurada en cualquier industria para lograr la excelencia operacional.
A10	Exámen de sistemas de manufactura esbelta mediante técnica de simulación en la industria de la confección.	Taylor & Francis	2020	PI1 PI2 PI3	Can, U; Selin, B.	Determinar el tiempo de producción de tres productos diferentes examinando su proceso de producción para crear modelos de simulación de estos productos implementando la distribución estadística de los tiempos de producción en una empresa de ropa que está considerando los principios de fabricación ajustada [24].	Se desarrolló un nuevo algoritmo que permitía el equilibrio de líneas en aplicaciones de simulación, probada en todos los modelos y retroalimentación positiva que aumenta el rendimiento medio por operador ha recibido.

**ANEXO 5:** Tabla resumen de artículos científicos obtenidos mediante la metodología PRISMA (continuación 2).

Código	Título	Base de Datos	Año	Preguntas de Investigación	Autores	Objetivo	Respuesta a las preguntas de investigación
<b>A11</b>	Mejora del proceso de corte a través de lean manufacturing en una PYME textil peruana.	Scopus	2020	PI1 PI2 PI3	Alanya, B; Dextre, K; Núñez, V; Álvarez, J.	Mejorar el proceso de corte de tejidos de las mypes exportadoras de prendas de algodón mediante la identificación y eliminación de residuos, definidos como procesos o actividades que no agregan valor, específicamente en el área de corte de una empresa textil [25].	En el presente estudio realizado, mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing como SMED, VSM y estandarización se logró reducir el reprocesamiento por defecto del 13,12% al 4,23%, se han reducido los procesos retrasados del 18,49 al 9,61% y se ha aumentado el índice de productividad del área de corte del 0,38 al 1,16.
<b>A12</b>	Modelo de Gestión de la Producción Lean Manufacturing centrado en el Empoderamiento de los trabajadores destinado a aumentar la Eficiencia Productiva en el sector textil.	Scopus	2020	PI1 PI2 PI3	Sosa, V; Palomino, J; Domínguez, F.	Fomentar la asignación óptima de recursos a través de la herramienta de balance de líneas y definir una metodología de trabajo, en base a las mejores prácticas que permita desarrollar un manual de procedimientos centrado en la Estandarización [13].	Se aplicó un balance de líneas y estandarización que dio como resultado, trabajadores con mayor responsabilidad y control sobre los recursos, métodos y equipamiento de sus áreas de trabajo. Una vez realizadas las mejoras propuestas implementada, la compañía reportó un aumento de más del 20% en la calidad de la línea de producción, rendimiento y eficiencia.
<b>A13</b>	Impacto de la "hoja de verificación" y el "diagrama de flujo" para mejorar la calidad y la eficiencia de la unidad de acabado en una industria de la confección.	Scopus	2020	PI1 PI2 PI3	Parvez, A; Parveen, I; Mahmud, I; Cho, M.	Aplicar enfoques modernos para mejorar el crecimiento general de la productividad, la calidad del producto, la estandarización, la eficiencia y la eficacia, y la reducción de los costos de fabricación [26].	Se logró mejorar la comunicación entre los departamentos y se estableció la hoja de verificación como instrumento para el registro de defectos que permitió realizar un estudio six sigma para monitorear el proceso.
<b>A14</b>	Modelo Lean que aplica JIT, Kanban y trabajo estandarizado para aumentar la productividad y la gestión en una PYME textil.	ACM	2022	PI1 PI2 PI3	Canales, L; Flores A; Rondinel, O; Collao M.	Proponer un modelo integrado que establece el entorno para reducir algunos indicadores críticos como los productos defectuosos (20%) o la tasa de entrega fuera de plazo (60%) de una industria textil peruana [28].	Se propuso una reducción del 13% en productos defectuosos y un 30% en la tasa de entrega fuera de plazo, y se comprobó la efectividad de Kanban, JIT y el trabajo estandarizado como herramientas para mejorar la eficiencia y la agilidad en la producción.
<b>A15</b>	Modelo de Gestión Logística para reducir pedidos no conformes a través de Lean Warehouse y JIT: Un caso de estudio en PYMES textiles del Perú.	ACM	2022	PI1 PI2 PI3	Coronel, J; Flores, A; Quiroz, J; Huamani, D; Collao, M.	Proponer un modelo de optimización que utiliza Just-In-Time y Lean Warehouse para reducir los pedidos pendientes, acortar los tiempos de entrega y minimizar la entrada de materiales defectuosos en las PYMES textiles del Perú [29].	Se propuso un modelo de optimización que utiliza Just-In-Time y Lean Warehouse para reducir los pedidos pendientes, acortar los tiempos de entrega y minimizar la entrada de materiales defectuosos, junto con la metodología 5S para organizar el almacén y la evaluación de proveedores, que redujo el número de pedidos no óptimos en un 55%.

ANEXO 5: Tabla resumen de artículos científicos obtenidos mediante la metodología PRISMA (continuación 3).

Código	Título	Base de Datos	Año	Preguntas de Investigación	Autores	Objetivo	Respuesta a las preguntas de investigación
A16	Estudio de Caso: Una Empresa Mediana de Fabricación de Ropa para Bebés, Un Modelo de Producción Basado en la Estandarización y la SLP.	IEEE Xplore	2022	PI1 PI2 PI3	Carhuayano, C; Viacaba, G; Cáceres, J.	Proponer el uso de herramientas de Estandarización y Planificación Sistemática de Layouts (SLP) bajo un entorno Plan-Do-Check-Act (PDCA) con el objetivo de mejorar los tiempos de toma y el porcentaje de actividades Sin Valor Agregado (NVA), para obtener una reducción del 25% en los Plazos de Producción, cumpliendo y entregando así todos los pedidos al mercado requerido en una empresa textil del Perú [30].	Este artículo presenta un estudio de caso de una empresa textil de tamaño mediano en Perú, que reporta problemas similares a otras empresas debido a pedidos no cumplidos para lo cual se establece como medida de solución la estandarización y Planificación Sistemática de Layouts (SLP) bajo un entorno (PHVA) con el objetivo de mejorar los tiempos de toma y el porcentaje de actividades que no agregan valor.
A17	Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso.	Springer Link	2022	PI1 PI2 PI3	González, H; Grisales, N; Echeverry, F	Se formula como propósito de este artículo presentar el diagnóstico realizado en torno a la implementación de las herramientas Lean Manufacturing desde la estrategia de operaciones, dando a conocer de esta manera los factores relevantes que intervienen en la implementación de estas[14].	Con los hallazgos y análisis del estudio presentado en este artículo, motiva a que las empresas implementen herramientas Lean Manufacturing como Kanban, 5S, Kaizen, Just-in-Time, Gestión Total de la Calidad - TQM, entre otras para que favorezcan el mejoramiento continuo fortalezcan la competitividad en el mercado y logren garantizar la permanencia de sus clientes.
A18	Barreras para la implementación de Lean en la industria textil.	Scopus	2022	PI1	Robertsone, G; Mezinka, I; Lapina, I.	Explorar qué barreras de implementación de Lean pueden encontrar los fabricantes de textiles [16].	Muchas de las barreras que se enfrentan las empresas para implementar Lean Manufacturing es la falta de compromiso de los trabajadores y también se identifica como desperdicio el talento no utilizado de las organizaciones.
A19	Facilitadores y barreras para la adopción del sistema lean: un enfoque de método mixto	Scopus	2022	PI1	Zia, R; Hakeem, R; Baig, A; Hashim, M; Iqbal, S; Khalid, Y.	Adopta el método de triangulación para decidir las barreras a la implementación de lean en el sector textil de Pakistán, mediante el análisis de las causas fundamentales a través de entrevistas con expertos [15].	Después de realizar la entrevista con expertos se concluye que la falta de liderazgo se constituye como el peor enemigo de Lean manufacturing, y un facilitador de implementación es el compromiso de altos directivos.
A20	Rediseño del Sistema Logístico Interno de un Proveedor Textil para la Industria Automotriz.	Springer Link	2022	PI1 PI2 PI3	Matos, A; Días, J; Lima, R; Sousa, R; Carvalho, M.	Diseñar, implementar y evaluar un sistema logístico interno basado en una combinación de Mizusumashi y e-Kanban, dentro de una empresa de producción de refuerzos textiles para la industria automotriz [11].	Los resultados mostraron una reducción del 50% en la cantidad de stock en el área de producción, proporciona un enfoque práctico para APU o Mizusumashi, que es un tipo de solución ajustada que generalmente no se ve en las industrias de procesos.

**ANEXO 6:** Resumen de codificación de todas las actividades desarrolladas en el proceso productivo.


Codificación de actividades			
N°	Sección	Descripción de actividades	Codificación
1	Trazo	Revisar la planificación de la producción	ATZ-A01
2		Encender computador	ATZ-A02
3		Encender impresora	ATZ-A03
4		Ejecutar el software Pds Optitex	ATZ-A04
5		Escalar referencia a producir	ATZ-A05
6		Ajustar piezas en el pliego de papel virtual	ATZ-A06
7		Imprimir trazo	ATZ-A07
8		Realizar la orden de corte (la cual da inicio al proceso)	ATZ-A08
9		Imprimir orden de corte	ATZ-A09
10		Grapar la orden de producción y colocar sobre el escritorio	ATZ-A10
11	Corte	Transportar trazo y orden de producción impreso a la sección de corte.	ACE-A01
12		Transportar tela hacia la mesa de corte	ACE-A02
13		Doblar tela en capas (x25)	ACE-A03
14		Colocar el trazo sobre la tela	ACE-A04
15		Encender máquina de corte	ACE-A05
16		Cortar lateral sobrante de tela	ACE-A06
17		Afilar cuchilla de máquina de corte	ACE-A07
18		Cortar piezas	ACE-A08
19		Transportar piezas cortadas a mesa 2 (x6)	ACE-A09
20		Clasificar piezas	ACE-A10
21	Bodega de insumos	Revisar orden de corte y anotar el número de OC en un cuaderno con los insumos a sacar	AIN-A01
22		Calcular cantidades necesarias de insumos	AIN-A02
23		Buscar insumos en las perchas	AIN-A03
24		Transportar los insumos a la mesa de preparación	AIN-A04
25		Medir los metros necesarios de material de acuerdo con el consumo de la prenda	AIN-A05
26		Enrollar los insumos medidos en carretes plásticos	AIN-A06
27		Contar etiquetas de cada talla de acuerdo a las especificaciones de la orden de corte y clasificarlas	AIN-A07
28		Agrupar las etiquetas por talla y unir con masking	AIN-A08
29		Guardar las etiquetas clasificadas en una funda	AIN-A09
30		Verificar que la cantidad de insumos coincidan con los solicitados en la orden de producción.	AIN-A10
31		Guardar los insumos preparados en un cartón o funda aparte	AIN-A11
32		Registrar las cantidades que salen de bodega en la orden de corte con su respectiva firma de responsabilidad.	AIN-A12
33		Transportar los insumos al módulo de confección.	AIN-A13
42	Confección	Encender máquinas overlook, triple, recubridora, unidora, recta	ACN-A01
43		Verificar estado de agujas, existencia de hilos, etc.	ACN-A02
44		Realizar el embolsado posterior X2	ACN-A03
45		Realizar el figurado de cola (x2)	ACN-A04
46		Unir posteriores	ACN-A05
47		Pegado sesgo en colitas	ACN-A06
48		Pegar la talla en la prenda	ACN-A07
49		Realizar el embolsado delantero	ACN-A08
50		Realizar el figurado delantero	ACN-A09
51		Unir el delantero con el posterior	ACN-A10
52		Realizar el cerrado de costado	ACN-A11
53		Pegar elástico siliconado al pecho	ACN-A12
54		Pegar sesgo	ACN-A13
55		Pegado encaje y cortar	ACN-A14
56		Realizar el cerrado de piernas	ACN-A15
57		Armar perilla	ACN-A16
58		Pegar el gafete H en perilla	ACN-A17
59		Realizar el señalado de cierre	ACN-A18
60		Pegar cierre, perilla y gafete M	ACN-A19
61		Realizar el armado de fundillo	ACN-A20
62	Realizar el pegado del fundillo	ACN-A21	



**ANEXO 6:** Resumen de codificación de todas las actividades desarrolladas en el proceso productivo (continuación 1).

N°	Sección	Descripción de actividades	Codificación
63	Atraque y pulido	Transportar prendas confeccionadas a la sección de atraque	AAP-A01
64		Encender máquina atracadora.	AAP-A02
65		Atracar primera pasada.	AAP-A03
66		Atracar segunda pasada	AAP-A04
67		Cortar tiras	AAP-A05
68		Pasar G y tensores	AAP-A06
69		Atracar tiras	AAP-A07
70		Cruzar tiras	AAP-A08
71		Terminar atraque G	AAP-A09
72		Colocar prenda atracada en la mesa de pulido	AAP-A10
73		Retirar hilos y rebabas que quedan en las prendas (pulir)	AAP-A11
74		Colocar prenda pulida en la mesa de máquina atracadora	AAP-A12
75	Control de calidad	Trasladar prendas de la sección de atraque y pulido	ACC-A01
76		Buscar orden de corte de la prenda recibida	ACC-A02
77		Revisar prenda (prueba de estiramiento, control de costuras, revisión visual de manchas) y talla	ACC-A03
78		Registrar defectos en la hoja de control de fallas	ACC-A04
79		Clasificar las prendas por tallas	ACC-A05
80	Empaque	Trasladar prendas clasificadas a la mesa 2	AEM-A01
81		Colocar etiqueta ecológica RENOVA con la plastiflecha	AEM-A02
82		Colocar sello de calidad	AEM-A03
83		Doblar prenda	AEM-A04
84		Colocar la prenda doblada en la funda	AEM-A05
85		Colocar prenda empacada en el cartón	AEM-A06
86		Trasladar el producto a bodega de producto terminado	AEM-A07
87	Bodega de producto terminado	Ingresar prendas terminadas al sistema contable Microplus	APT-A01
88		Verificar hoja de cuadro	APT-A02
89		Colocar producto en un cartón para su despacho	APT-A03
90		Sellar el cartón con cinta adhesiva	APT-A04
91		Pegar destinatario	APT-A05
92		Envolver el cartón con cinta plástica	APT-A06
93		Colocar correas de plástico con relieve (x2)	APT-A07
94		Asegurar las correas con zuncho metálico (x2)	APT-A08
95		Pesar el cartón	APT-A09
96		Registrar el peso en el sistema	APT-A10
97		Realizar guía para Servientrega	APT-A11
98		Imprimir guía	APT-A12
99		Doblar la guía y colocarla dentro de una funda plástica	APT-A13
100		Pegar guía en el cartón	APT-A14
101	Transportar el producto hacia el pasillo de distribución	APT-A15	

**ANEXO 7: Obtención de tiempos preliminares de cada sección del área operativa de la empresa RENOVA**

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>							
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Orden de pedido						
<b>Sección</b>	Trazo	<b>Salida</b>	Orden de producción con el trazo impreso						
<b>Máquinas</b>	Computadora, impresora	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Grapadora	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Revisar la planificación de la producción	ATZ-A01	98,00	115,00	120,00	140,00	118,25	1,97	0:01:58
2	Encender computador	ATZ-A02	30,00	33,00	28,00	35,00	31,5	0,53	0:00:32
3	Encender impresora	ATZ-A03	30,00	28,00	34,00	32,00	31	0,52	0:00:31
4	Ejecutar el software Pds Optitex	ATZ-A04	10,00	8,00	11,00	9,00	9,5	0,16	0:00:10
5	Escalar referencia a producir	ATZ-A05	40,00	34,00	28,00	31,00	33,25	0,55	0:00:33
6	Ajustar piezas en el pliego de papel virtual	ATZ-A06	20,00	17,00	19,00	20,00	19,00	0,32	0:00:19
7	Imprimir trazo	ATZ-A07	780,00	770,00	776,00	787,00	778,25	12,97	0:12:58
8	Realizar la orden de corte (la cual da inicio al proceso)	ATZ-A08	1708,00	1802,50	1782,00	1760,00	1763,125	29,39	0:29:23
9	Imprimir orden de corte	ATZ-A09	14,00	13,00	15,00	14,00	14	0,23	0:00:14
10	Grapar la orden de producción y colocar sobre el escritorio	ATZ-A10	6,00	5,00	4,00	5,00	5	0,08	0:00:05
<b>Tiempo de ciclo (÷ 25)</b>							<b>112,12</b>	<b>1,87</b>	<b>0:01:52</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>20</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									



**ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)**

<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Rollos de tela y trazo impreso						
<b>Sección</b>	Corte	<b>Salida</b>	Piezas cortadas						
<b>Máquinas</b>	Máquina de corte eléctrica	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Sujetadores de tela, cinta métrica, tijera	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
<b>Toma de tiempos preliminares</b>									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO hh:mm:ss
			1	2	3	4			
1	Transportar trazo y orden de producción impreso a la sección de corte.	ACE-A01	110	136	124	128	124,5	2,07	0:02:05
2	Transportar tela hacia la mesa de corte	ACE-A02	20,00	18,00	14,00	19,00	17,75	0,29	0:00:18
3	Doblar tela en capas (x25)	ACE-A03	625,00	675,00	700,00	650,00	662,50	11,04	0:11:03
4	Colocar el trazo sobre la tela	ACE-A04	15,00	12,00	14,00	13,00	13,50	0,22	0:00:14
5	Encender máquina de corte	ACE-A05	8,00	6,00	7,00	10,00	7,75	0,12	0:00:08
6	Cortar lateral sobrante de tela	ACE-A06	6,00	10,00	8,00	7,00	7,75	0,12	0:00:08
7	Afilar cuchilla de máquina de corte	ACE-A07	12,00	10,00	8,00	9,00	9,75	0,16	0:00:10
8	Cortar piezas	ACE-A08	725,00	728,00	746,00	719,00	729,5	12,16	0:12:09
9	Transportar piezas cortadas a mesa 2 (x6)	ACE-A09	120,00	108,00	102,00	84,00	103,5	1,72	0:01:43
10	Clasificar piezas	ACE-A10	10,00	12,00	8,00	10,00	10	0,16	0:00:10
<b>Tiempo de ciclo (÷ 25)</b>							<b>67,46</b>	<b>1,12</b>	<b>0:01:07</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>30</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									




**ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)**


<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Orden de producción						
<b>Sección</b>	Bodega de insumos	<b>Salida</b>	Insumo en cantidades necesarias						
<b>Máquinas</b>	Ninguna	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Tijera, metro, carretes, masking, esfero	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Revisar orden de corte y anotar el número de OC en un cuaderno con los insumos a sacar	AIN-A01	45,00	50,00	52,00	49,00	49,00	0,82	0:00:49
2	Calcular cantidades necesarias de insumos	AIN-A02	70,00	62,00	65,00	58,00	63,75	1,06	0:01:04
3	Buscar insumos en las perchas	AIN-A03	45,00	30,00	38,00	42,00	38,75	0,65	0:00:39
4	Transportar los insumos a la mesa de preparación	AIN-A04	20,00	22,00	16,00	18,00	19,00	0,32	0:00:19
5	Medir los metros necesarios de material de acuerdo con el consumo de la prenda	AIN-A05	920,00	876,00	904,00	910,00	902,50	15,04	0:15:03
6	Enrollar los insumos medidos en carretes plásticos	AIN-A06	483,00	501,00	520,00	496,00	500,00	8,33	0:08:20
7	Contar etiquetas de cada talla de acuerdo con las especificaciones de la orden de corte y clasificarlas	AIN-A07	213,00	225,00	204,00	194,00	209,00	3,48	0:03:29
8	Unir con masking las tallas clasificadas	AIN-A08	12,00	15,00	13,00	10,00	12,50	0,21	0:00:12
9	Guardar las etiquetas clasificadas en una funda	AIN-A09	2,00	3,00	3,00	2,00	2,50	0,04	0:00:02
10	Verificar que la cantidad de insumos coincidan con los solicitados en la orden de producción.	AIN-A10	62,00	54,00	45,00	58,00	54,75	0,91	0:00:55
11	Guardar los insumos preparados en un cartón o funda aparte	AIN-A11	9,00	8,00	10,00	7,00	8,50	0,14	0:00:09
12	Registrar las cantidades que salen de bodega en la orden de corte con su respectiva firma de responsabilidad	AIN-A12	18,00	25,00	22,00	20,00	21,25	0,35	0:00:21
13	Transportar los insumos al módulo de confección	AIN-A13	25,00	21,00	26,00	28,00	25,00	0,42	0:00:25
<b>Tiempo de ciclo (÷ 25)</b>							<b>76,26</b>	<b>1,27</b>	<b>0:01:16</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>30</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									





**ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)**

<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Tela cortada e insumos						
<b>Sección</b>	Confección	<b>Salida</b>	Prenda confeccionada						
<b>Máquinas</b>	Overlook, triple, recubridora, unidora, recta	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Tijera pulidora	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
<b>Toma de tiempos preliminares</b>									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Encender máquinas overlook, triple, recubridora, unidora, recta	ACN-A01	4,00	3,00	5,00	5,00	4,25	0,07	0:00:04
2	Verificar estado de agujas, existencia de hilos, etc.	ACN-A02	15,00	12,00	10,00	16,00	13,25	0,22	0:00:13
3	Realizar el embolsado posterior X2	ACN-A03	38,00	34,00	38,00	46,00	78,00	1,30	0:01:18
4	Realizar el figurado de cola (x2)	ACN-A04	9,00	10,00	8,00	8,00	17,50	0,29	0:00:17
5	Unir posteriores	ACN-A05	18,00	18,00	24,00	21,00	20,25	0,34	0:00:20
6	Pegado sesgo en colitas	ACN-A06	11,00	8,00	10,00	10,00	9,75	0,16	0:00:10
7	Pegar la talla en la prenda	ACN-A07	3,00	4,00	3,00	5,00	3,75	0,06	0:00:04
8	Realizar el embolsado delantero	ACN-A08	199,00	200,00	140,00	173,00	178,00	2,97	0:02:58
9	Realizar el figurado delantero	ACN-A09	9,00	10,00	9,00	11,00	9,75	0,16	0:00:10
10	Unir el delantero con el posterior	ACN-A10	22,00	15,00	21,00	17,00	18,75	0,31	0:00:19
11	Realizar el cerrado de costado	ACN-A11	13,00	17,00	18,00	17,00	16,25	0,27	0:00:16
12	Pegar elástico siliconado al pecho	ACN-A12	32,00	29,00	31,00	32,00	31,00	0,52	0:00:31
13	Pegar sesgo	ACN-A13	83,00	85,00	81,00	80,00	82,25	1,37	0:01:22
14	Pegado encaje y cortar	ACN-A14	36,00	35,00	34,00	38,00	35,75	0,60	0:00:36
15	Realizar el cerrado de piernas	ACN-A15	20,00	16,00	18,00	19,00	18,25	0,30	0:00:18
16	Armar perilla	ACN-A16	26,00	21,00	23,00	25,00	23,75	0,40	0:00:24
17	Pegar el gafete H en perilla	ACN-A17	59,00	48,00	49,00	43,00	49,75	0,83	0:00:50
18	Realizar el señalado de cierre	ACN-A18	7,00	6,00	8,00	6,00	6,75	0,11	0:00:07
19	Pegar cierre, perilla y gafete M	ACN-A19	283,00	233,00	258,00	264,00	259,50	4,33	0:04:19
20	Realizar el armado de fundillo	ACN-A20	34,00	35,00	29,00	28,00	31,50	0,53	0:00:32
21	Realizar el pegado del fundillo	ACN-A21	83,00	85,00	77,00	84,00	82,25	1,37	0:01:22
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>990,25</b>	<b>16,50</b>	<b>0:16:30</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>8</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>							
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Prenda confeccionada						
<b>Sección</b>	Atraque y Pulido	<b>Salida</b>	Prenda atracada y pulida						
<b>Máquinas</b>	Atracadora	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Tijera pulidora	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Transportar prendas confeccionadas a la sección de atraque	AAP-A01	8,00	12,00	10,00	14,00	11,00	0,18	0:00:11
2	Encender máquina atracadora	AAP-A02	4,00	5,00	4,00	4,00	4,25	0,07	0:00:04
3	Atracar primera pasada	AAP-A03	71,00	54,00	62,00	65,00	63,00	1,05	0:01:03
4	Atracar segunda pasada	AAP-A04	37,00	42,00	38,00	41,00	39,50	0,66	0:00:40
5	Cortar tiras	AAP-A05	7,00	8,00	6,00	8,00	7,25	0,12	0:00:07
6	Pasar G y tensores	AAP-A06	10,00	10,00	8,00	7,00	8,75	0,15	0:00:09
7	Atracar tiras	AAP-A07	12,00	8,00	9,00	8,00	9,25	0,15	0:00:09
8	Cruzar tiras	AAP-A08	7,00	11,00	6,00	8,00	8,00	0,13	0:00:08
9	Terminar atraque G	AAP-A09	7,00	9,00	5,00	6,00	6,75	0,11	0:00:07
10	Colocar prenda atracada en la mesa de pulido	AAP-A10	2,00	3,00	2,00	4,00	2,75	0,05	0:00:03
11	Retirar hilos y rebabas que quedan en las prendas (pulir)	AAP-A11	149,00	160,00	156,00	163,00	157,00	2,62	0:02:37
12	Colocar prenda pulida en la mesa de máquina atracadora	AAP-A12	3,00	5,00	6,00	4,00	4,50	0,08	0:00:05
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>322,00</b>	<b>5,37</b>	<b>0:05:22</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>10</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>							
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Prenda terminada						
<b>Sección</b>	Control de calidad	<b>Salida</b>	Prenda revisada						
<b>Máquinas</b>	Ninguna	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Ninguna	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Trasladar prendas de la sección de atraque y pulido	ACC-A01	38,00	34,00	30,00	32,00	33,50	0,56	0:00:34
2	Buscar orden de corte de la prenda recibida	ACC-A02	15,00	13,00	14,00	11,00	13,25	0,22	0:00:13
3	Revisar prenda (prueba de estiramiento, control de costuras, revisión visual de manchas) y talla	ACC-A03	70,00	68,00	56,00	79,00	68,25	1,14	0:01:08
4	Registrar defectos en la hoja de control de fallas	ACC-A04	8,00	6,00	5,00	7,00	6,50	0,11	0:00:07
5	Clasificar las prendas por tallas	ACC-A05	4,00	3,00	4,00	5,00	4,00	0,07	0:00:04
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>125,50</b>	<b>2,09</b>	<b>0:02:06</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>20</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>							
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Prenda revisada						
<b>Sección</b>	Empaque	<b>Salida</b>	Prenda empacada						
<b>Máquinas</b>	Ninguna	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Plastiflecha	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Trasladar prendas clasificadas a la mesa 2	AEM-A01	10,00	12,00	9,00	10,00	10,25	0,17	0:00:10
2	Colocar etiqueta ecológica RENOVA con la plastiflecha	AEM-A02	5,00	4,00	5,00	5,00	4,75	0,08	0:00:05
3	Colocar sello de calidad	AEM-A03	4,00	3,00	3,00	2,00	3,00	0,05	0:00:03
4	Doblar prenda	AEM-A04	10,00	9,00	11,00	9,00	9,75	0,16	0:00:10
5	Colocar la prenda doblada en la funda	AEM-A05	7,00	8,00	6,00	10,00	7,75	0,13	0:00:08
6	Colocar prenda empacada en el cartón	AEM-A06	4,00	6,00	5,00	6,00	5,25	0,09	0:00:05
7	Trasladar el producto a bodega de producto terminado	AEM-A07	40,00	48,00	42,00	50,00	45,00	0,75	0:00:45
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>85,75</b>	<b>1,43</b>	<b>0:01:26</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>30</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>							
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>	Prenda empacada						
<b>Sección</b>	Bodega de producto terminado	<b>Salida</b>	Lote despachado						
<b>Máquinas</b>	Balanza	<b>Realizado por</b>	El investigador						
<b>Herramientas</b>	Herramienta de flejado, zuncho metálico, correa de plástica	<b>Revisado por</b>	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos preliminares									
N°	Descripción de actividades	Codificación	Muestras (segundos)				TO (s)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)
			1	2	3	4			
1	Ingresar prendas terminadas al sistema contable Microplus	APT-A01	886,00	912,00	904,00	916,00	904,5	15,08	0:15:04
2	Verificar hoja de cuadro	APT-A02	124,00	116,00	109,00	118,00	116,75	1,95	0:01:57
3	Colocar producto en un cartón para su despacho	APT-A03	8,00	10,00	9,00	10,00	9,25	0,15	0:00:09
4	Sellar el cartón con cinta adhesiva	APT-A04	19,00	16,00	17,00	15,00	16,75	0,28	0:00:17
5	Pegar destinatario	APT-A05	10,00	12,00	13,00	14,00	12,25	0,20	0:00:12
6	Envolver el cartón con cinta plástica	APT-A06	336,00	345,00	326,00	330,00	334,25	5,57	0:05:34
7	Colocar correas de plástico con relieve (x2)	APT-A07	70,00	84,00	90,00	76,00	80,00	1,33	0:01:20
8	Asegurar las correas con zuncho metálico (x2)	APT-A08	20,00	25,00	22,00	28,00	23,75	0,40	0:00:24
9	Pesar el cartón	APT-A09	30,00	24,00	36,00	32,00	30,50	0,51	0:00:30
10	Registrar el peso en el sistema	APT-A10	8,00	9,00	7,00	7,00	7,75	0,13	0:00:08
11	Realizar guía para Servientrega	APT-A11	46,00	54,00	48,00	50,00	49,50	0,83	0:00:49
12	Imprimir guía	APT-A12	15,00	9,00	12,00	13,00	12,25	0,20	0:00:12
13	Doblar la guía y colocarla dentro de una funda plástica	APT-A13	5,00	6,00	5,00	5,00	5,25	0,09	0:00:05
14	Pegar la guía en el cartón	APT-A14	12,00	11,00	13,00	14,00	12,50	0,21	0:00:12
15	Transportar el producto hacia el pasillo de distribución	APT-A15	32,00	30,00	28,00	32,00	30,50	0,51	0:00:30
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>65,83</b>	<b>1,10</b>	<b>0:01:06</b>
<b>Número de ciclos a cronometrar de acuerdo con el criterio de la General Electric</b>							<b>30</b>		
<b>TO: Tiempo Observado</b>									

**ANEXO 8: Valoración del trabajo según el método de Westinghouse**

<b>Valoración según el método de nivelación de Westinghouse</b>			
<b>Área de trazo-OTZ01</b>			
<b>Factor</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Habilidad	0,03	C2	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
<b>Ritmo tipo</b>			100
<b>FD</b>			<b>1,100</b>

<b>Valoración según el método de nivelación de Westinghouse</b>			
<b>Área de corte 1-OCE01</b>			
<b>Factor</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Habilidad	0,03	C1	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
<b>Ritmo tipo</b>			100
<b>FD</b>			<b>1,100</b>

<b>Valoración según el método de nivelación de Westinghouse</b>			
<b>Bodega de insumos-OIN01</b>			
<b>Factor</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Habilidad	-0,05	E1	Aceptable
Esfuerzo	0	D	Promedio
Condiciones	-0,07	F	Malas
Consistencia	0	C	Promedio
<b>Ritmo tipo</b>			100
<b>FD</b>			<b>0,880</b>

<b>Valoración según el método de nivelación de Westinghouse</b>			
<b>Área de confección módulo 2-OCN01</b>			
<b>Factor</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Habilidad	0,03	C2	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
<b>Ritmo tipo</b>			100
<b>FD</b>			<b>0,880</b>



Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de confección módulo 2-OCN02			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C2	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
Ritmo tipo			100
FD			<b>1,100</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de confección módulo 2-OCN03			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	-0,05	E1	Aceptable
Esfuerzo	-0,04	E1	Aceptable
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	-0,02	E	Regular
Ritmo tipo			100
FD			<b>0,930</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de pulido y atraque-OAP01			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C1	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
Ritmo tipo			100
FD			<b>1,100</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de pulido y atraque-OAP02			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0	D	Promedio
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
Ritmo tipo			100
FD			<b>1,070</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de pulido y atraque-OAP03			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0	D	Promedio
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0	D	Promedio
Ritmo tipo			100
FD			<b>1,060</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de control de calidad -OCC01			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C2	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
Ritmo tipo			100
FD			<b>1,100</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Área de empaque -OEM01			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	0,03	C2	Bueno
Esfuerzo	0,02	C2	Bueno
Condiciones	0,04	B	Excelentes
Consistencia	0,01	C	Buena
Ritmo tipo			100
FD			<b>1,100</b>

Valoración según el método de nivelación de Westinghouse			
Bodega de producto terminado 1-OPT01			
Factor	Escala	Tipo	Descripción
Habilidad	-0,05	E1	Aceptable
Esfuerzo	0	D	Promedio
Condiciones	0	D	Promedio
Consistencia	0	C	Promedio
Ritmo tipo			100
FD			<b>0,950</b>

**ANEXO 9:** Valoración de suplementos de acuerdo a la tabla de la OIT

<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Área de trazo</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza sentado	-	0
Postura ligeramente incómoda	-	1
Iluminación ligeramente por debajo	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Trabajo de cierta precisión	-	0
Sonido continuo	-	0
Proceso algo complejo	-	1
Trabajo monótono	-	0
Trabajo algo aburrido	-	0
<b>TOTAL</b>		<b>13%</b>

<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Área de corte</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	2	-
Postura incómoda	2	-
Iluminación ligeramente por debajo	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Trabajo de cierta precisión	0	-
Sonido continuo	0	-
Proceso algo complejo	1	-
Trabajo monótono	0	-
Trabajo algo aburrido	0	-
<b>TOTAL</b>	<b>14%</b>	-

<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Bodega de insumos</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	2	-
Postura incómoda	2	-
Iluminación ligeramente por debajo	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Trabajo de cierta precisión	0	-
Sonido continuo	0	-
Proceso algo complejo	1	-
Trabajo monótono	0	-
Trabajo algo aburrido	0	-
<b>TOTAL</b>	<b>14%</b>	<b>-</b>

<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Área de confección</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	-	0
Postura incómoda	-	3
Iluminación ligeramente por debajo	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Trabajo de cierta precisión	-	2
Sonido continuo	-	0
Proceso algo complejo	-	1
Trabajo monótono	-	0
Trabajo algo aburrido	-	0
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>17%</b>


<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Área de atraque y pulido</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	5	7
Básico por fatiga	4	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	0	0
Postura incómoda	2	3
Iluminación ligeramente por debajo	0	0
Condiciones atmosféricas	0	0
Trabajo de cierta precisión	2	2
Sonido continuo	0	0
Proceso algo complejo	1	1
Trabajo monótono	0	0
Trabajo algo aburrido	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>14%</b>	<b>17%</b>


<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Área de control de calidad</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	-	4
Postura incómoda	-	1
Iluminación ligeramente por debajo	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Trabajo de cierta precisión	-	0
Sonido continuo	-	0
Proceso algo complejo	-	1
Trabajo monótono	-	0
Trabajo algo aburrido	-	0
<b>TOTAL</b>		<b>17%</b>

<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Área de empaque</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	-	4
Postura incómoda	-	1
Iluminación ligeramente por debajo	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Trabajo de cierta precisión	-	0
Sonido continuo	-	0
Proceso algo complejo	-	1
Trabajo monótono	-	0
Trabajo algo aburrido	-	0
<b>TOTAL</b>		<b>17%</b>


<b>Suplementos de acuerdo con la tabla de la OIT</b>		
<b>Bodega de producto terminado</b>		
<b>Suplementos constantes</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
<b>Suplementos variables</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Trabajo se realiza de pie	-	4
Postura incómoda	-	1
Iluminación ligeramente por debajo	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Trabajo de cierta precisión	-	0
Sonido continuo	-	0
Proceso algo complejo	-	1
Trabajo monótono	-	0
Trabajo algo aburrido	-	0
<b>TOTAL</b>		<b>17%</b>

ANEXO 10: Cálculo de tiempos estándar de operación

		ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)													
Área	Producción					Entrada	Orden de pedido								
Sección	Trazo					Salida	Orden de producción con trazo impreso								
Máquinas	Computadora, impresora					Realizado por	El investigador								
Herramientas	Grapadora					Revisado por	Ing. Israel Naranjo								
Toma de tiempos estándar															
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)
		1	2	3	4	5									
		6	7	8	9	10									
		11	12	13	14	15									
		16	17	18	19	20									
1	ATZ-A01	75,00	115,00	120,00	140,00	103,00	102,85	1,71	0:01:43	1,1	113,14	13%	127,84	2,13	0:02:08
		60,00	79,00	86,00	84,00	110,00									
		110,00	112,00	106,00	114,00	96,00									
		98,00	103,00	107,00	116,00	123,00									
2	ATZ-A02	30,00	33,00	28,00	35,00	32,00	30,00	0,50	0:00:30	1,1	33,00	13%	37,29	0,62	0:00:37
		25,00	27,00	32,00	30,00	29,00									
		28,00	29,00	31,00	32,00	33,00									
		31,00	29,00	27,00	30,00	29,00									
3	ATZ-A03	31,00	28,00	29,00	31,00	30,00	30,00	0,50	0:00:30	1,1	33,00	13%	37,29	0,62	0:00:37
		33,00	28,00	29,00	29,00	30,00									
		31,00	33,00	32,00	33,00	29,00									
		32,00	29,00	28,00	27,00	28,00									
4	ATZ-A04	10,00	8,00	11,00	9,00	11,00	9,45	0,16	0:00:09	1,1	10,40	13%	11,75	0,20	0:00:12
		7,00	10,00	9,00	11,00	10,00									
		8,00	10,00	9,00	8,00	8,00									
		10,00	8,00	11,00	12,00	9,00									
5	ATZ-A05	40,00	34,00	28,00	31,00	32,00	36,55	0,61	0:00:37	1,1	40,21	13%	45,43	0,76	0:00:45
		39,00	39,00	36,00	40,00	29,00									
		41,00	33,00	34,00	40,00	38,00									
		40,00	41,00	43,00	36,00	37,00									
6	ATZ-A06	20,00	18,00	19,00	20,00	17,00	19,10	0,32	0:00:19	1,1	21,01	13%	23,74	0,40	0:00:24
		21,00	20,00	19,00	18,00	19,00									
		17,00	18,00	18,00	20,00	21,00									
		19,00	20,00	21,00	18,00	19,00									
7	ATZ-A07	783,00	773,00	775,00	790,00	781,00	777,50	12,96	0:12:58	1,1	855,25	13%	966,43	16,11	0:16:06
		777,00	776,00	775,00	774,00	773,00									
		779,00	781,00	782,00	780,00	774,00									
		772,00	778,00	783,00	769,00	775,00									
8	ATZ-A08	1722,00	1760,00	1746,00	1748,00	1759,00	1748,55	29,14	0:29:09	1,1	1923,41	13%	2173,45	36,22	0:36:13
		1741,00	1730,00	1723,00	1798,00	1652,00									
		1698,00	1745,00	1762,00	1760,00	1740,00									
		1803,00	1795,00	1783,00	1786,00	1720,00									
9	ATZ-A09	15,00	12,00	16,00	14,00	13,00	12,65	0,21	0:00:13	1,1	13,92	13%	15,72	0,26	0:00:16
		12,00	12,00	11,00	10,00	12,00									
		13,00	14,00	14,00	15,00	13,00									
		10,00	13,00	11,00	11,00	12,00									
10	ATZ-A10	6,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,15	0,07	0:00:04	1,1	4,57	13%	5,16	0,09	0:00:05
		5,00	6,00	5,00	4,00	6,00									
		4,00	3,00	3,00	4,00	2,00									
		3,00	3,00	2,00	5,00	4,00									
Tiempo de ciclo (÷ 25)							110,83	1,85	0:01:51				137,76	2,30	0:02:18
TO: Tiempo observado		FD: Factor de desempeño			TN: Tiempo normal			S: Suplementos			TS: Tiempo estándar				

		ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)													
Área	Producción					Entrada	Rollos de tela y trazo impreso								
Sección	Corte					Salida	Piezas cortadas								
Máquinas	Máquina de corte eléctrica					Realizado por	El investigador								
Herramientas	Sujetadores de tela, cinta métrica, tijera					Revisado por	Ing. Israel Naranjo								
Toma de tiempos estándar															
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)
		1	2	3	4	5									
1	ACE-A01	111	122	111	105	118	114,30	1,91	0:01:54	1,1	125,73	14%	143,33	2,39	0:02:23
		110	109	107	114	120									
		112	113	115	116	115									
		115	116	114	113	114									
		114	113	112	111	118									
		124,00	122,00	116,00	110,00	119,00									
2	ACE-A02	21,00	20,00	18,00	19,00	18,00	18,70	0,31	0:00:19	1,1	20,57	14%	23,45	0,39	0:00:23
		20,00	15,00	17,00	16,00	17,00									
		17,00	19,00	21,00	20,00	16,00									
		18,00	19,00	18,00	17,00	15,00									
		21,00	23,00	21,00	18,00	17,00									
		22,00	21,00	19,00	20,00	18,00									
3	ACE-A03	621,00	706,00	645,00	651,00	654,00	658,57	10,98	0:10:59	1,1	724,42	14%	825,84	13,76	0:13:46
		645,00	643,00	631,00	618,00	652,00									
		648,00	653,00	660,00	653,00	639,00									
		651,00	645,00	643,00	642,00	631,00									
		644,00	651,00	703,00	705,00	651,00									
		698,00	700,00	710,00	675,00	689,00									
4	ACE-A04	15,00	12,00	14,00	13,00	14,00	10,87	0,18	0:00:11	1,1	11,95	14%	13,63	0,23	0:00:14
		9,00	10,00	10,00	12,00	15,00									
		12,00	11,00	8,00	9,00	8,00									
		11,00	12,00	12,00	11,00	10,00									
		13,00	12,00	10,00	9,00	8,00									
		11,00	10,00	9,00	8,00	8,00									
5	ACE-A05	8,00	6,00	7,00	9,00	10,00	7,77	0,13	0:00:08	1,1	8,54	14%	9,74	0,16	0:00:10
		9,00	10,00	7,00	8,00	9,00									
		11,00	10,00	9,00	8,00	7,00									
		7,00	8,00	7,00	6,00	6,00									
		8,00	7,00	6,00	7,00	7,00									
		7,00	8,00	7,00	6,00	8,00									
6	ACE-A06	6,00	10,00	8,00	7,00	7,00	7,43	0,12	0:00:07	1,1	8,18	14%	9,32	0,16	0:00:09
		7,00	6,00	7,00	7,00	8,00									
		8,00	9,00	8,00	8,00	7,00									
		7,00	6,00	8,00	7,00	6,00									
		7,00	8,00	7,00	8,00	9,00									
		8,00	6,00	7,00	8,00	8,00									
7	ACE-A07	9,00	10,00	8,00	9,00	8,00	9,17	0,15	0:00:09	1,1	10,08	14%	11,50	0,19	0:00:11
		10,00	11,00	8,00	9,00	7,00									
		12,00	11,00	10,00	9,00	8,00									
		13,00	12,00	11,00	11,00	10,00									
		8,00	7,00	6,00	9,00	7,00									
		7,00	8,00	11,00	9,00	7,00									
8	ACE-A08	715,00	745,00	718,00	754,00	756,00	731,90	12,20	0:12:12	1,1	805,09	14%	917,80	15,30	0:15:18
		710,00	745,00	773,00	764,00	709,00									
		690,00	716,00	719,00	725,00	743,00									
		736,00	735,00	734,00	731,00	728,00									
		741,00	743,00	719,00	718,00	730,00									
		724,00	742,00	730,00	745,00	719,00									
9	ACE-A09	120,00	108,00	102,00	105,00	118,00	113,63	1,89	0:01:54	1,1	125,00	14%	142,50	2,37	0:02:22
		116,00	118,00	116,00	114,00	124,00									
		116,00	118,00	114,00	110,00	106,00									
		110,00	112,00	120,00	122,00	96,00									
		116,00	108,00	114,00	118,00	108,00									
		110,00	118,00	126,00	106,00	120,00									
10	ACE-A10	10,00	12,00	13,00	12,00	11,00	10,33	0,17	0:00:10	1,1	11,37	14%	12,96	0,22	0:00:13
		8,00	9,00	10,00	12,00	14,00									
		8,00	9,00	10,00	10,00	11,00									
		10,00	8,00	10,00	12,00	12,00									
		11,00	8,00	9,00	11,00	10,00									
		9,00	8,00	12,00	8,00	13,00									
Tiempo de ciclo (÷ 25)						67,31	1,12	0:01:07				84,40	1,41	0:01:24	
TO: Tiempo observado		FD: Factor de desempeño		TN: Tiempo normal		S: Suplementos		TS: Tiempo estándar							





		ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)													
Área	Producción					Entrada			Orden de producción						
Sección	Bodega de insumos					Salida			Insumos en cantidades necesarias						
Máquinas	Ninguna					Realizado por			El investigador						
Herramientas	Tijera, metro, carretes, masking					Revisado por			Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos estándar															
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)
		1	2	3	4	5									
		6	7	8	9	10									
		11	12	13	14	15									
		16	17	18	19	20									
		21	22	23	24	25									
		26	27	28	29	30									
1	AIN-A01	45,00	50,00	52,00	49,00	38,00	49,00	0,82	0:00:49	0,88	43,12	14%	49,16	0,82	0:00:49
		40,00	51,00	48,00	54,00	63,00									
		42,00	43,00	44,00	48,00	51,00									
		43,00	48,00	49,00	52,00	50,00									
		44,00	45,00	49,00	48,00	47,00									
		46,00	47,00	48,00	50,00	51,00									
2	AIN-A02	70,00	62,00	65,00	58,00	65,00	63,80	1,06	0:01:04	0,88	56,14	14%	64,00	1,07	0:01:04
		56,00	56,00	63,00	73,00	70,00									
		61,00	64,00	59,00	58,00	70,00									
		62,00	63,00	55,00	59,00	75,00									
		61,00	60,00	58,00	59,00	71,00									
		76,00	72,00	64,00	59,00	50,00									
3	AIN-A03	31,00	45,00	44,00	38,00	30,00	38,10	0,64	0:00:38	0,88	33,53	14%	38,22	0,64	0:00:38
		31,00	39,00	41,00	40,00	42,00									
		25,00	26,00	28,00	29,00	30,00									
		40,00	38,00	36,00	35,00	34,00									
		25,00	36,00	30,00	31,00	33,00									
		28,00	29,00	44,00	43,00	40,00									
4	AIN-A04	17,00	16,00	18,00	20,00	18,00	16,60	0,28	0:00:17	0,88	14,61	14%	16,65	0,28	0:00:17
		15,00	14,00	15,00	16,00	17,00									
		18,00	17,00	16,00	16,00	17,00									
		16,00	13,00	19,00	20,00	18,00									
		16,00	14,00	16,00	22,00	19,00									
		30,00	25,00	22,00	24,00	12,00									
5	AIN-A05	806,00	845,00	832,00	906,00	920,00	880,70	14,68	0:14:41	0,88	775,02	14%	883,52	14,73	0:14:44
		903,00	900,00	894,00	876,00	925,00									
		836,00	875,00	930,00	910,00	908,00									
		884,00	879,00	873,00	887,00	894,00									
		893,00	895,00	911,00	916,00	924,00									
		861,00	846,00	870,00	926,00	918,00									
6	AIN-A06	500,00	510,00	506,00	490,00	486,00	485,40	8,09	0:08:05	0,88	427,15	14%	486,95	8,12	0:08:07
		459,00	469,00	470,00	476,00	488,00									
		512,00	509,00	507,00	518,00	523,00									
		483,00	500,00	526,00	519,00	525,00									
		480,00	513,00	426,00	428,00	430,00									
		506,00	487,00	525,00	550,00	419,00									
7	AIN-A07	200,00	190,00	203,00	196,00	198,00	200,10	3,34	0:03:20	0,88	176,09	14%	200,74	3,35	0:03:21
		186,00	198,00	205,00	212,00	213,00									
		221,00	203,00	197,00	207,00	185,00									
		185,00	180,00	195,00	182,00	213,00									
		210,00	213,00	174,00	180,00	203,00									
		210,00	189,00	183,00	197,00	200,00									
8	AIN-A08	8,00	12,00	10,00	9,00	15,00	10,80	0,18	0:00:11	0,88	9,50	14%	10,83	0,18	0:00:11
		11,00	10,00	10,00	11,00	12,00									
		9,00	12,00	13,00	8,00	9,00									
		11,00	10,00	9,00	9,00	8,00									
		12,00	13,00	11,00	10,00	10,00									
		12,00	12,00	11,00	10,00	9,00									
9	AIN-A09	5,00	4,00	4,00	3,00	2,00	3,80	0,06	0:00:04	0,88	3,34	14%	3,81	0,06	0:00:04
		4,00	5,00	4,00	4,00	3,00									
		4,00	4,00	3,00	5,00	3,00									
		3,00	5,00	5,00	4,00	4,00									
		4,00	3,00	4,00	2,00	4,00									
		4,00	3,00	3,00	4,00	5,00									
10	AIN-A10	61,00	56,00	50,00	63,00	59,00	58,90	0,98	0:00:59	0,88	51,83	14%	59,09	0,98	0:00:59
		65,00	63,00	59,00	58,00	55,00									
		68,00	57,00	59,00	58,00	60,00									
		53,00	55,00	59,00	61,00	62,00									
		52,00	55,00	64,00	70,00	71,00									
		58,00	60,00	63,00	58,00	55,00									
11	AIN-A11	5,00	7,00	4,00	8,00	7,00	6,70	0,11	0:00:07	0,88	5,90	14%	6,72	0,11	0:00:07
		6,00	7,00	8,00	9,00	6,00									
		7,00	8,00	9,00	8,00	7,00									
		9,00	6,00	7,00	8,00	8,00									
		7,00	7,00	8,00	9,00	8,00									
		7,00	8,00	6,00	10,00	8,00									
12	AIN-A12	18,00	17,00	20,00	22,00	23,00	20,90	0,35	0:00:21	0,88	18,39	14%	20,97	0,35	0:00:21
		19,00	23,00	25,00	18,00	24,00									
		18,00	17,00	20,00	21,00	22,00									
		17,00	19,00	24,00	23,00	23,00									
		18,00	17,00	17,00	18,00	19,00									
		17,00	18,00	19,00	23,00	21,00									
13	AIN-A13	21,00	25,00	30,00	28,00	26,00	26,10	0,44	0:00:26	0,88	22,97	14%	26,18	0,44	0:00:26
		27,00	29,00	28,00	20,00	27,00									
		30,00	31,00	21,00	26,00	29,00									
		24,00	27,00	23,00	30,00	27,00									
		28,00	29,00	30,00	24,00	30,00									
		22,00	30,00	21,00	22,00	31,00									
<b>Tiempo de ciclo ( ÷ 25)</b>						<b>74,44</b>	<b>1,24</b>	<b>0:01:14</b>				<b>74,67</b>	<b>1,24</b>	<b>0:01:15</b>	
<b>TO:</b> Tiempo observado		<b>FD:</b> Factor de desempeño		<b>TN:</b> Tiempo normal		<b>S:</b> Suplementos		<b>TS:</b> Tiempo estándar							



**ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)**

Área	Producción	Entrada	Tela cortada e insumos											
Sección	Confección	Salida	Prenda confeccionada											
Máquinas	Overlook, triple, recubridora, unidora, recta	Realizado por	El investigador											
Herramientas	Tijera pulidora	Revisado por	Ing. Israel Naranjo											
Toma de tiempos estándar														
N°	Actividades	Muestras (segundos)				TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)
		1	2	3	4									
		5	6	7	8									
1	ACN-A01	4,00	3,00	5,00	5,00	4,88	0,08	0:00:05	1,1	5,36	17%	6,27	0,10	0:00:06
		6,00	5,00	6,00	5,00									
2	ACN-A02	15,00	12,00	10,00	16,00	12,75	0,21	0:00:13	1,1	14,03	17%	16,41	0,27	0:00:16
		12,00	13,00	10,00	14,00									
3	ACN-A03	38,00	34,00	38,00	46,00	37,13	0,62	0:00:37	0,93	34,53	17%	40,40	0,67	0:00:40
		35,00	32,00	38,00	36,00									
4	ACN-A04	9,00	10,00	8,00	8,00	9,13	0,15	0:00:09	1,1	10,04	17%	11,74	0,20	0:00:12
		9,00	12,00	8,00	9,00									
5	ACN-A05	18,00	18,00	24,00	21,00	20,38	0,34	0:00:20	1,1	22,41	17%	26,22	0,44	0:00:26
		22,00	19,00	21,00	20,00									
6	ACN-A06	11,00	8,00	10,00	10,00	9,50	0,16	0:00:10	0,93	8,84	17%	10,34	0,17	0:00:10
		9,00	10,00	10,00	8,00									
7	ACN-A07	3,00	4,00	3,00	5,00	4,00	0,07	0:00:04	0,93	3,72	17%	4,35	0,07	0:00:04
		4,00	5,00	3,00	5,00									
8	ACN-A08	199,00	200,00	158,00	173,00	178,25	2,97	0:02:58	0,93	165,77	17%	193,95	3,23	0:03:14
		180,00	163,00	165,00	188,00									
9	ACN-A09	9,00	10,00	9,00	11,00	9,63	0,16	0:00:10	1,1	10,59	17%	12,39	0,21	0:00:12
		11,00	9,00	10,00	8,00									
10	ACN-A10	22,00	15,00	21,00	17,00	18,00	0,30	0:00:18	1,1	19,80	17%	23,17	0,39	0:00:23
		15,00	21,00	16,00	17,00									
11	ACN-A11	13,00	17,00	18,00	17,00	15,75	0,26	0:00:16	1,1	17,33	17%	20,27	0,34	0:00:20
		16,00	16,00	14,00	15,00									
12	ACN-A12	32,00	29,00	31,00	32,00	30,25	0,50	0:00:30	1,1	33,28	17%	38,93	0,65	0:00:39
		29,00	30,00	31,00	28,00									
13	ACN-A13	83,00	85,00	81,00	80,00	81,63	1,36	0:01:22	1,1	89,79	17%	105,05	1,75	0:01:45
		80,00	82,00	78,00	84,00									
14	ACN-A14	36,00	35,00	34,00	38,00	35,00	0,58	0:00:35	1,1	38,50	17%	45,05	0,75	0:00:45
		36,00	35,00	34,00	32,00									
15	ACN-A15	20,00	16,00	18,00	19,00	18,13	0,30	0:00:18	1,1	19,94	17%	23,33	0,39	0:00:23
		18,00	18,00	17,00	19,00									
16	ACN-A16	26,00	21,00	23,00	25,00	23,63	0,39	0:00:24	0,93	21,97	17%	25,71	0,43	0:00:26
		24,00	21,00	22,00	27,00									
17	ACN-A17	59,00	48,00	49,00	43,00	49,88	0,83	0:00:50	1,1	54,86	17%	64,19	1,07	0:01:04
		53,00	52,00	47,00	48,00									
18	ACN-A18	7,00	6,00	8,00	6,00	7,13	0,12	0:00:07	1,1	7,84	17%	9,17	0,15	0:00:09
		7,00	6,00	8,00	9,00									
19	ACN-A19	283,00	233,00	258,00	264,00	253,50	4,23	0:04:14	1,1	278,85	17%	326,25	5,44	0:05:26
		245,00	248,00	264,00	233,00									
20	ACN-A20	34,00	35,00	29,00	28,00	31,50	0,53	0:00:32	0,93	29,30	17%	34,28	0,57	0:00:34
		29,00	28,00	35,00	34,00									
21	ACN-A21	83,00	85,00	77,00	84,00	82,00	1,37	0:01:22	0,93	76,26	17%	89,22	1,49	0:01:29
		81,00	79,00	84,00	83,00									
<b>Tiempo de ciclo</b>						<b>932,00</b>	<b>15,53</b>	<b>0:15:32</b>				<b>1126,69</b>	<b>18,78</b>	<b>0:18:47</b>
<b>TO: Tiempo observado</b>		<b>FD: Factor de desempeño</b>		<b>TN: Tiempo normal</b>		<b>S: Suplementos</b>		<b>TS: Tiempo estándar</b>						


		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>														
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>					Prenda confeccionada									
<b>Sección</b>	Atraque y pulido	<b>Salida</b>					Prenda atracada y pulida									
<b>Máquinas</b>	Atracadora	<b>Realizado por</b>					El investigador									
<b>Herramientas</b>	Tijera pulidora	<b>Revisado por</b>					Ing. Israel Naranjo									
Toma de tiempos estándar																
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)	
		1	2	3	4	5										
		6	7	8	9	10										
1	AAP-A01	8,00	12,00	10,00	14,00	12,00	9,40	0,16	0:00:09	1,07	10,06	14%	11,47	0,19	0:00:11	
		8,00	6,00	9,00	8,00	7,00										
2	AAP-A02	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,60	0,08	0:00:05	1,1	5,06	17%	5,92	0,10	0:00:06	
		5,00	6,00	4,00	5,00	5,00										
3	AAP-A03	69,00	54,00	62,00	65,00	71,00	62,60	1,04	0:01:03	1,1	68,86	17%	80,57	1,34	0:01:21	
		63,00	65,00	58,00	56,00	63,00										
4	AAP-A04	37,00	42,00	38,00	41,00	39,00	39,40	0,66	0:00:39	1,1	43,34	17%	50,71	0,85	0:00:51	
		37,00	40,00	41,00	37,00	42,00										
5	AAP-A05	7,00	8,00	6,00	8,00	8,00	7,10	0,12	0:00:07	1,07	7,60	14%	8,66	0,14	0:00:09	
		7,00	6,00	7,00	8,00	6,00										
6	AAP-A06	10,00	10,00	8,00	7,00	9,00	8,90	0,15	0:00:09	1,07	9,52	14%	10,86	0,18	0:00:11	
		10,00	8,00	10,00	8,00	9,00										
7	AAP-A07	12,00	8,00	9,00	8,00	10,00	10,50	0,18	0:00:11	1,07	11,24	14%	12,81	0,21	0:00:13	
		13,00	12,00	11,00	12,00	10,00										
8	AAP-A08	7,00	11,00	6,00	8,00	7,00	8,80	0,15	0:00:09	1,07	9,42	14%	10,73	0,18	0:00:11	
		9,00	9,00	10,00	11,00	10,00										
9	AAP-A09	7,00	9,00	5,00	6,00	6,00	7,00	0,12	0:00:07	1,07	7,49	14%	8,54	0,14	0:00:09	
		7,00	8,00	9,00	7,00	6,00										
10	AAP-A10	2,00	3,00	2,00	4,00	6,00	4,30	0,07	0:00:04	1,07	4,60	14%	5,25	0,09	0:00:05	
		5,00	6,00	5,00	4,00	6,00										
11	AAP-A11	149,00	160,00	156,00	163,00	170,00	161,60	2,69	0:02:42	1,06	171,30	17%	200,42	3,34	0:03:20	
		155,00	163,00	159,00	168,00	173,00										
12	AAP-A12	3,00	5,00	6,00	4,00	6,00	4,50	0,08	0:00:05	1,06	4,77	17%	5,58	0,09	0:00:06	
		5,00	4,00	5,00	3,00	4,00										
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>328,70</b>	<b>5,48</b>	<b>0:05:29</b>				<b>411,50</b>	<b>6,86</b>	<b>0:06:52</b>	
<b>TO: Tiempo observado</b>							<b>FD: Factor de desempeño</b>	<b>TN: Tiempo normal</b>	<b>S: Suplementos</b>	<b>TS: Tiempo estándar</b>						

		<b>ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)</b>														
<b>Área</b>	Producción	<b>Entrada</b>					Prenda terminada									
<b>Sección</b>	Control de calidad	<b>Salida</b>					Prenda revisada									
<b>Máquinas</b>	Ninguna	<b>Realizado por</b>					El investigador									
<b>Herramientas</b>	Ninguna	<b>Revisado por</b>					Ing. Israel Naranjo									
Toma de tiempos estándar																
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)	
		1	2	3	4	5										
		6	7	8	9	10										
		11	12	13	14	15										
		16	17	18	19	20										
1	ACC-A01	38,00	34,00	30,00	32,00	28,00	31,45	0,52	0:00:31	1,1	34,60	17%	40,48	0,67	0:00:40	
		33,00	30,00	36,00	34,00	29,00										
		26,00	31,00	32,00	33,00	33,00										
		36,00	34,00	29,00	26,00	25,00										
2	ACC-A02	15,00	13,00	14,00	11,00	10,00	14,25	0,24	0:00:14	1,1	15,68	17%	18,34	0,31	0:00:18	
		8,00	19,00	25,00	14,00	10,00										
		16,00	15,00	14,00	13,00	21,00										
		8,00	9,00	16,00	14,00	20,00										
3	ACC-A03	70,00	68,00	56,00	79,00	74,00	65,75	1,10	0:01:06	1,1	72,33	17%	84,62	1,41	0:01:25	
		59,00	66,00	62,00	54,00	55,00										
		71,00	72,00	69,00	80,00	59,00										
		65,00	66,00	75,00	52,00	63,00										
4	ACC-A04	8,00	6,00	5,00	7,00	10,00	7,80	0,13	0:00:08	1,1	8,58	17%	10,04	0,17	0:00:10	
		6,00	7,00	8,00	9,00	7,00										
		10,00	12,00	11,00	6,00	4,00										
		11,00	9,00	8,00	7,00	5,00										
5	ACC-A05	4,00	3,00	4,00	5,00	6,00	5,45	0,09	0:00:05	1,1	6,00	17%	7,01	0,12	0:00:07	
		5,00	4,00	3,00	6,00	8,00										
		4,00	6,00	6,00	7,00	8,00										
		6,00	9,00	5,00	4,00	6,00										
<b>Tiempo de ciclo</b>							<b>124,70</b>	<b>2,08</b>	<b>0:02:05</b>				<b>160,49</b>	<b>2,67</b>	<b>0:02:40</b>	
<b>TO: Tiempo observado</b>							<b>FD: Factor de desempeño</b>	<b>TN: Tiempo normal</b>	<b>S: Suplementos</b>	<b>TS: Tiempo estándar</b>						



**ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)**

Área	Producción					Entrada	Prenda revisada								
Sección	Empaque					Salida	Prenda empacada								
Máquinas	Ninguna					Realizado por	El investigador								
Herramientas	Plastiflecha					Revisado por	Ing. Israel Naranjo								
Toma de tiempos estándar															
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hh:mm:ss)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hh:mm:ss)
		1	2	3	4	5									
		6	7	8	9	10									
		11	12	13	14	15									
		16	17	18	19	20									
		21	22	23	24	25									
		26	27	28	29	30									
1	AEM-A01	10,00	12,00	9,00	10,00	9,00	10,00	0,17	0:00:10	1,1	11,00	17%	12,87	0,21	0:00:13
		8,00	10,00	11,00	13,00	12,00									
		9,00	8,00	12,00	7,00	6,00									
		13,00	12,00	11,00	10,00	8,00									
		10,00	9,00	7,00	11,00	12,00									
		12,00	8,00	9,00	10,00	12,00									
2	AEM-A02	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,23	0,07	0:00:04	1,1	4,66	17%	5,45	0,09	0:00:05
		4,00	5,00	4,00	3,00	4,00									
		3,00	4,00	4,00	5,00	5,00									
		4,00	4,00	4,00	9,00	4,00									
		3,00	4,00	5,00	5,00	3,00									
		3,00	5,00	4,00	3,00	4,00									
3	AEM-A03	2,00	3,00	2,00	3,00	4,00	2,83	0,05	0:00:03	1,1	3,12	17%	3,65	0,06	0:00:04
		5,00	4,00	3,00	2,00	3,00									
		2,00	3,00	2,00	2,00	3,00									
		2,00	4,00	2,00	2,00	3,00									
		2,00	3,00	3,00	2,00	4,00									
		3,00	3,00	4,00	2,00	3,00									
4	AEM-A04	11,00	10,00	8,00	9,00	8,00	9,37	0,16	0:00:09	1,1	10,30	17%	12,05	0,20	0:00:12
		9,00	7,00	8,00	8,00	7,00									
		10,00	9,00	11,00	12,00	10,00									
		10,00	9,00	7,00	8,00	9,00									
		11,00	12,00	11,00	10,00	10,00									
		12,00	7,00	8,00	9,00	11,00									
5	AEM-A05	7,00	8,00	6,00	10,00	9,00	8,23	0,14	0:00:08	1,1	9,06	17%	10,60	0,18	0:00:11
		10,00	12,00	10,00	9,00	8,00									
		8,00	10,00	9,00	8,00	7,00									
		8,00	7,00	8,00	6,00	9,00									
		9,00	7,00	6,00	5,00	6,00									
		8,00	9,00	10,00	10,00	8,00									
6	AEM-A06	4,00	6,00	5,00	6,00	6,00	7,23	0,12	0:00:07	1,1	7,96	17%	9,31	0,16	0:00:09
		5,00	7,00	4,00	5,00	6,00									
		4,00	7,00	6,00	4,00	5,00									
		9,00	8,00	6,00	6,00	7,00									
		4,00	3,00	5,00	6,00	6,00									
		6,00	5,00	5,00	6,00	5,00									
7	AEM-A07	40,00	43,00	42,00	45,00	48,00	42,03	0,70	0:00:42	1,1	46,24	17%	54,10	0,90	0:00:54
		41,00	43,00	39,00	45,00	47,00									
		41,00	45,00	44,00	39,00	37,00									
		38,00	40,00	41,00	43,00	46,00									
		43,00	42,00	50,00	39,00	41,00									
		43,00	37,00	38,00	39,00	42,00									
<b>Tiempo de ciclo</b>						<b>83,93</b>	<b>1,40</b>	<b>0:01:24</b>				<b>108,02</b>	<b>1,80</b>	<b>0:01:48</b>	
<b>TO: Tiempo observado</b>		<b>FD: Factor de desempeño</b>		<b>TN: Tiempo normal</b>		<b>S: Suplementos</b>		<b>TS: Tiempo estándar</b>							

		ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA OPERATIVA DE LA EMPRESA RENOVA (REFERENCIA MICAELA BALANCE)													
Área	Producción							Entrada	Prenda empacada						
Sección	Bodega de producto terminado							Salida	Lote despachado						
Máquinas	Balanza							Realizado por	El investigador						
Herramientas	Herramienta de flejado, zuncho metálico, correa de plástico con relieve							Revisado por	Ing. Israel Naranjo						
Toma de tiempos estándar															
N°	Actividades	Muestras (segundos)					TO (seg)	TO (min)	TO (hora: min)	FD	TN	S	TS (seg)	TO (min)	TS (hora:min:seg)
		1	2	3	4	5									
		6	7	8	9	10									
		11	12	13	14	15									
		16	17	18	19	20									
		21	22	23	24	25									
		26	27	28	29	30									
1	APT-A01	892,00	888,00	876,00	874,00	880,00	861,90	14,37	0:14:22	0,95	818,81	17%	958,00	15,97	0:15:58
		882,00	889,00	906,00	902,00	918,00									
		875,00	876,00	899,00	916,00	901,00									
		826,00	826,00	845,00	898,00	903,00									
		788,00	802,00	826,00	904,00	725,00									
		865,00	864,00	870,00	795,00	746,00									
2	APT-A02	116,00	114,00	126,00	128,00	130,00	140,53	2,34	0:02:21	0,95	133,51	17%	156,20	2,60	0:02:36
		111,00	106,00	109,00	123,00	124,00									
		115,00	128,00	131,00	147,00	176,00									
		98,00	116,00	189,00	147,00	183,00									
		103,00	101,00	160,00	180,00	174,00									
		190,00	183,00	175,00	165,00	168,00									
3	APT-A03	7,00	6,00	5,00	6,00	6,00	6,37	0,11	0:00:06	0,95	6,05	17%	7,08	0,12	0:00:07
		7,00	8,00	8,00	7,00	6,00									
		7,00	8,00	7,00	6,00	6,00									
		7,00	6,00	6,00	4,00	5,00									
		6,00	6,00	7,00	6,00	6,00									
		6,00	7,00	6,00	8,00	5,00									
4	APT-A04	19,00	16,00	17,00	15,00	15,00	14,10	0,24	0:00:14	0,95	13,40	17%	15,67	0,26	0:00:16
		14,00	12,00	10,00	13,00	14,00									
		15,00	16,00	14,00	13,00	12,00									
		11,00	10,00	11,00	18,00	19,00									
		14,00	12,00	13,00	14,00	17,00									
		15,00	10,00	9,00	17,00	18,00									
5	APT-A05	10,00	11,00	12,00	11,00	13,00	11,40	0,19	0:00:11	0,95	10,83	17%	12,67	0,21	0:00:13
		9,00	10,00	8,00	9,00	10,00									
		10,00	11,00	11,00	13,00	12,00									
		13,00	12,00	12,00	12,00	11,00									
		9,00	14,00	13,00	13,00	14,00									
		11,00	12,00	10,00	11,00	15,00									
6	APT-A06	330,00	332,00	338,00	342,00	326,00	325,20	5,42	0:05:25	0,95	308,94	17%	361,46	6,02	0:06:01
		300,00	304,00	318,00	326,00	327,00									
		336,00	348,00	331,00	329,00	321,00									
		324,00	315,00	309,00	310,00	314,00									
		319,00	318,00	308,00	342,00	336,00									
		322,00	312,00	364,00	324,00	331,00									
7	APT-A07	68,00	71,00	73,00	75,00	74,00	76,97	1,28	0:01:17	0,95	73,12	17%	85,55	1,43	0:01:26
		70,00	75,00	74,00	70,00	72,00									
		82,00	76,00	77,00	84,00	82,00									
		74,00	75,00	76,00	77,00	80,00									
		78,00	79,00	81,00	83,00	85,00									
		84,00	83,00	78,00	77,00	76,00									
8	APT-A08	21,00	20,00	23,00	20,00	19,00	20,27	0,34	0:00:20	0,95	19,25	17%	22,53	0,38	0:00:23
		21,00	19,00	18,00	18,00	20,00									
		17,00	23,00	19,00	25,00	21,00									
		20,00	22,00	21,00	23,00	22,00									
		20,00	23,00	17,00	18,00	23,00									
		18,00	20,00	21,00	19,00	17,00									
9	APT-A09	31,00	24,00	22,00	21,00	25,00	25,53	0,43	0:00:26	0,95	24,26	17%	28,38	0,47	0:00:28
		26,00	27,00	29,00	28,00	30,00									
		25,00	25,00	28,00	31,00	33,00									
		20,00	24,00	25,00	27,00	30,00									
		21,00	22,00	21,00	24,00	23,00									
		26,00	25,00	24,00	24,00	25,00									
10	APT-A10	8,00	9,00	10,00	10,00	11,00	7,87	0,13	0:00:08	0,95	7,47	17%	8,74	0,15	0:00:09
		5,00	9,00	6,00	7,00	8,00									
		6,00	8,00	8,00	7,00	6,00									
		9,00	7,00	8,00	7,00	5,00									
		10,00	11,00	6,00	8,00	9,00									
		6,00	7,00	8,00	8,00	9,00									
11	APT-A11	44,00	42,00	46,00	48,00	50,00	41,43	0,69	0:00:41	0,95	39,36	17%	46,05	0,77	0:00:46
		48,00	43,00	41,00	40,00	42,00									
		49,00	50,00	50,00	52,00	43,00									
		30,00	35,00	46,00	38,00	39,00									
		37,00	42,00	43,00	39,00	34,00									
		29,00	34,00	37,00	36,00	36,00									
12	APT-A12	9,00	10,00	11,00	12,00	13	11,30	0,19	0:00:11	0,95	10,74	17%	12,56	0,21	0:00:13
		10,00	11,00	10,00	12,00	13,00									
		11,00	12,00	12,00	13,00	14,00									
		13,00	12,00	11,00	10,00	12,00									
		10,00	9,00	11,00	12,00	13,00									
		11,00	10,00	9,00	13,00	10,00									
13	APT-A13	5,00	6,00	4,00	5,00	5,00	5,37	0,09	0:00:05	0,95	5,10	17%	5,97	0,10	0:00:06
		6,00	5,00	4,00	4,00	6,00									
		7,00	6,00	5,00	5,00	4,00									
		6,00	4,00	4,00	5,00	5,00									
		5,00	5,00	6,00	4,00	7,00									
		5,00	7,00	6,00	7,00	8,00									
14	APT-A14	12,00	14,00	13,00	11,00	12,00	12,43	0,21	0:00:12	0,95	11,81	17%	13,82	0,23	0:00:14
		15,00	14,00	12,00	11,00	10,00									
		14,00	15,00	16,00	13,00	12,00									
		14,00	10,00	11,00	12,00	12,00									
		13,00	12,00	12,00	11,00	10,00									
		11,00	13,00	13,00	14,00	11,00									
15	APT-A15	28,00	30,00	29,00	27,00	35,00	26,57	0,44	0:00:27	0,95	25,24	17%	29,53	0,49	0:00:30
		25,00	24,00	20,00	21,00	22,00									
		26,00	24,00	22,00	23,00	22,00									
		29,00	24,00	25,00	23,00	21,00									
		28,00	30,00	31,00	33,00	27,00									
		27,00	29,00	33,00	31,00	28,00									
<b>Tiempo de ciclo (÷ 25)</b>							<b>63,49</b>	<b>1,06</b>	<b>0:01:03</b>				<b>70,57</b>	<b>1,18</b>	<b>0:01:11</b>
<b>TO:</b> Tiempo observado		<b>FD:</b> Factor de desempeño		<b>TN:</b> Tiempo normal		<b>S:</b> Suplementos		<b>TS:</b> Tiempo estándar							