PLAN DE MEJORA PARA DISMINUIR LOS REPROCESOS EN UNA EMPRESA DE MAQUILA DE ROPA DEPORTIVA DE LA CIUDAD DE TULUÁ, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

LUISA FERNANDA ORTIZ PANCHANO
JUAN ALEJANDRO PINZÓN PÉREZ

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ, VALLE DEL CAUCA
2021

PLAN DE MEJORA PARA DISMINUIR LOS REPROCESOS EN UNA EMPRESA DE MAQUILA DE ROPA DEPORTIVA DE LA CIUDAD DE TULUÁ, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING

LUISA FERNANDA ORTIZ PANCHANO
JUAN ALEJANDRO PINZÓN PÉREZ

Propuesta de trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director
Ing. OLGA PATRICIA COBO BETANCOURT, MSc.

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TULUA, VALLE DEL CAUCA
2021

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del presidente del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

Tuluá, febrero 2021

DEDICATORIAS

Principalmente a Dios porque es a él quien le debemos que hoy estemos culminando nuestro proceso formativo como ingenieros industriales y nos llenó de bendiciones a lo largo de toda nuestra carrera profesional, permitiéndonos recorrer un camino con sabiduría, entrega y amor por nuestra profesión.

A nuestros padres, que siempre nos han brindado su apoyo, buenos deseos y entregado lo mejor de sí para que nuestros sueños se cumplan, enseñándonos que todo en la vida se consigue con esfuerzo y sacrificio. Sin el ejemplo, amor y valores aprendidos en el hogar no habría sido posible obtener este logro académico.

Igualmente, agradecemos a todos los familiares y amigos que nos han acompañado y apoyado a lo largo del proceso, tanto en lo personal como en lo académico, impulsándonos a perseguir aquello que anhelamos con el corazón.

Luisa Fernanda Ortíz Panchano

Juan Alejandro Pinzón Pérez

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque nos permitió obtener tan anhelado sueño y nos guio en los momentos difíciles para alcanzar este logro.

A nuestros familiares y amigos porque siempre nos acompañaron y apoyaron en este proceso formativo.

A la Unidad Central del Valle del Cauca quien nos acogió en las instalaciones de su alma máter para nutrirnos con sus enseñanzas y experiencias, y así obtener las bases necesarias para afrontar la vida como profesionales. Así mismo a los docentes de la institución que nos entregaron lo mejor de sí, todos sus conocimientos y experiencias para formar los mejores profesionales.

A la profesora Olga Patricia Cobo Betancourt por apoyarnos como directora de proyecto grado y guiarnos en este camino, porque sin el conocimiento y el tiempo dedicado no hubiéramos podido enfocar de manera correcta este trabajo y obtener un resultado tan satisfactorio.

Al señor Orlando Rengifo Rodríguez y todos los trabajadores de la empresa ORR S.A.S por darnos la oportunidad de realizar este proyecto, brindándonos las facilidades de participar y trabajar en la organización.

Luisa Fernanda Ortiz Panchano

Juan Alejandro Pinzón Pérez

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 16
2. PLANTEAMIENTO, DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ... 18
3. JUSTIFICACIÓN 21
4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN 23
4.1. Objetivo general 23
4.2. Objetivos específicos 23
5. MARCO DE REFERENCIA 24
5.1 Marco de antecedentes 24
5.2 Marco teórico 26
5.2.1 Lean Manufacturing 26
5.2.2 Las 5S 29
5.2.3 Poka Yoke 29
5.2.3 SMED 30
5.2.4 Jidoka (automatización) 31
5.2.5 SIPOC 31
5.2.6 Plan de acciones correctivas 33
5.2.7 Diagrama de Pareto 34
5.2.8 Diagrama de Causa y Efecto 35
5.2.9 Métodos y tiempos 36
5.2.10 El Proceso de Análisis Jerárquico 37
5.2.11. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) 38
5.2.12. Mantenimiento 39
5.3 Marco conceptual 40
5.4 Marco contextual 41
5.5 Marco legal 44
6. METODOLOGÍA A IMPLEMENTAR 45
6.1. Tipo de investigación 45
6.2. Metodología de investigación 45
6.3. Procedimientos para recolección, análisis y sistematización de información. 46

7. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO 48
7.1. Diagrama SIPOC de la confección de las pantalonetas 48
7.2. Descripción analítica del proceso de confección de pantalonetas.....48
7.3. Diagrama sinóptico de la confección de las pantalonetas 49
7.4. Cursograma analítico de la confección de las pantalonetas 51
7.5. Diagramas de recorrido de la confección de las pantalonetas.....53
7.6. Estudio de tiempos 54
7.8. Reprocesos del sistema productivo de la confección de las pantalonetas58
7.9. Diagrama de Pareto.....60
7.10. Diagrama causa y efecto 61
7.11. Análisis de brechas 64
8. HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFÍA *LEAN MANUFACTURING* QUE SE AJUSTEN A LAS CONDICIONES DEL PROBLEMA. 66
8.1. Herramientas 66
8.2. Matriz AHP.....68
9. DISEÑO DE LAS MEJORAS EN EL PROCESO DE MAQUILA DE ROPA DEPORTIVA, UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING Y DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.....71
9.1. Herramienta AMEF (Análisis de modos y efectos fallos) 71
9.2. Herramienta 5S.....73
9.3. Herramienta Poka Yoke.....80
9.4. Herramienta JIDOKA 81
9.5. Herramienta ANDON 84
9.6. Herramienta KAIZEN 87
9.7. Herramienta TPM (Mantenimiento Productivo Total) 90
9.8. Fichas de especificaciones 97
9.9. Manual de defectos 101
9.10. Indicadores.....101
9.11. Plan de implementación 106
10. ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO 106
10.1. Beneficios esperados y costos por herramienta 106
10.2. Análisis de sensibilidad del proyecto 109
11. RESULTADOS.....118

12. CONCLUSIONES 120
13. RECOMENDACIONES 122
14. BIBLIOGRAFÍA 123
15. ANEXOS 127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de rechazos - Año 2019. 20
Figura 2. Casa Toyota 27
Figura 3. Exportaciones del sector confección. 43
Figura 4. Importaciones del sector confección. 43
Figura 5. Diagrama SIPOC de la confección de las pantalonetas. 48
Figura 6. Cursograma sinóptico de la confección de las pantalonetas 50
Figura 7. Cursograma analítico de la pantaloneta. 51
Figura 8. Diagrama de recorrido de la pantaloneta. 53
Figura 9. Value Stream Map Actual. 58
Figura 10. Grafica P de defectos. 60
Figura 11. Diagrama de Pareto de las unidades reprocesadas. 61
Figura 12. Diagrama causa y efecto. 63
Figura 13. Unidades defectuosas correspondientes al 80% del pareto. 64
Figura 14. Ficha técnica de producto terminado. 97
Figura 15. Ficha técnica del producto en proceso. 99
Figura 16. Simulación para el VAN en Risk Simulator. 111
Figura 17. Simulación para la TIR en Risk Simulator. 112
Figura 18. Gráfico P de defectos después de los cambios. 116

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades rechazadas por el cliente - Año 2019 19
Tabla 2. Actividades y resultados relacionados con el proyecto. 47
Tabla 3. Detalle máquinas disponibles. 54
Tabla 4. Suplementos para cálculo de tiempo estándar. 55
Tabla 5. Resumen estudio de tiempos. 55
Tabla 6. Unidades reprocesadas. 59
Tabla 7. Causas que ocasionan defectos en la empresa ORR S.A.S. 62
Tabla 8. Objetivo de disminución de brechas. 65
Tabla 9. Objetivos variables para disminución de defectuosos. 66
Tabla 10. Herramientas Lean Manufacturing aplicadas. 67
Tabla 11. Herramientas del Lean Manufacturing usadas frecuentemente. 68
Tabla 12. Comparación de los criterios con base en la escala de SAATY. 69
Tabla 13. Cálculo del Ratio de Consistencia. 69
Tabla 14. Resultado matriz AHP. 70
Tabla 15. Resultado herramienta AMEF. 72
Tabla 16. Limpieza por áreas. 77
Tabla 17. Formato de programación de turnos de limpieza. 77
Tabla 18. Formato desempeño de operario. 79
Tabla 19. Formato de control de limpieza en el puesto de trabajo. 79
Tabla 20. Programa de implementación Jidoka. 83
Tabla 21. Formato de registro de prendas defectuosas. 84
Tabla 22. Resumen listas de verificación. 86
Tabla 23. Demarcación de las áreas de trabajo. 86
Tabla 24. Formato de lista de asistencia a reuniones TPM. 93
Tabla 25. Indicador de productividad en unidades. 102
Tabla 26. Indicador de reprocesos. 103
Tabla 27. Indicador de índices de rechazos. 103
Tabla 28. Indicador de porcentajes de rechazos en la recepción de productos. .104
Tabla 29. Indicador de cumplimiento de 5’S. 105
Tabla 30. Indicador productividad del operario. 106
Tabla 31. Detalle de costos herramienta 5'S. 107
Tabla 32. Detalle de costos herramienta Poka Yoke. 107
Tabla 33. Detalle de costos herramienta Jidoka. 108
Tabla 34.Detalle de costos herramienta Andon. 108
Tabla 35. Detalle de costos herramienta Kaizen. 109
Tabla 36. Resumen inversión por herramienta. 109
Tabla 37. Escenarios cálculo de ahorro por unidades defectuosas 110
Tabla 38. Flujo de caja. 110
Tabla 39. Comparación del antes y después de las mejoras en la empresa ORR S.A.S. 117
Tabla 40. Resultados por objetivo. 118

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estado actual de organización de la planta. 73
Ilustración 2. Stickers para clasificación de elementos. 74
Ilustración 3. Formato tarjeta roja. 74
Ilustración 4. Ejemplo de prototipo de patinador. 75
Ilustración 5. Desorden en las áreas.....76
Ilustración 6. Poka Yokes para la operación de resortado. 80
Ilustración 7. Poka Yoke para operación de pegar bolsillo delantero.....81
Ilustración 8. Prototipo de tablero de producción. 85
Ilustración 9. Prototipo de tablero de prendas defectuosas. 85
Ilustración 10. Formato de tarjeta de oportunidad.....89
Ilustración 11. Pasos para la implementación de TPM. 90
Ilustración 12. Plan de capacitación TPM. 92
Ilustración 13. Dirección por secciones.....94
Ilustración 14. Manual de defectos. 101
Ilustración 15. Cronograma de implementación de las herramientas. 105
Ilustración 16. Empresa ORR S.A.S. antes de las mejoras. 114
Ilustración 17. Empresa ORR S.A.S. después de las mejoras. 115

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Cursograma analítico de la calzoneta. 127
Anexo B. Cursograma analítico del resorte 128
Anexo C. Cursograma analítico del bolsillo trasero. 129
Anexo D. Cursograma analítico del bolsillo delantero.....130
Anexo E. Diagrama de recorrido de la calzoneta.....131
Anexo F. Diagrama de recorrido del resorte. 132
Anexo G. Diagrama de recorrido del bolsillo trasero.....133
Anexo H. Diagrama de recorrido del bolsillo delantero. 134
Anexo I. Recolección de muestras del estudio de tiempos.....135
Anexo J. Toma de tiempos del estudio. 136
Anexo K. Formato para el registro de unidades defectuosas 137
Anexo L. Escala de juicio para la matriz AHP. 138
Anexo M. Matriz normalizada del criterio Frecuencia de selección.....138
Anexo N. Matriz normalizada del criterio Impacto de la herramienta. 139
Anexo O. Matriz normalizada del criterio Dificultad de implementación.....139
Anexo P. Criterio de calificación de gravedad, frecuencia y detectabilidad para AMEF. 140

GLOSARIO

CONFECCIÓN: Producción de una cosa material a partir de la combinación de sus componentes, especialmente las que requieren un trabajo manual, como prendas de vestir, comidas y bebidas, compuestos, etc.

DEFECTOS: Es una no conformidad de una de muchas posibles características de calidad de una unidad que puede provocar insatisfacción del cliente.

LEAN MANUFACTURING: Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo.

MAQUILA: Es cuando se delega a un tercero la fabricación de los productos que el contratante no puede o desea elaborar, bajo las especificaciones y características que él impone, para posteriormente solo comercializarlos.

PROCESOS: Es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico.

PRODUCTIVIDAD: Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc.

REPROCESOS: Reelaboración de todo o parte de un lote de producto de calidad inaceptable en una etapa definida de la producción, de tal forma que su calidad se eleve, hasta ser aceptable, por medio de una o más operaciones adicionales.

RESUMEN

ORR S.A.S. es una empresa del sector textil dedicada a la confección de pantalonetas y sudaderas. El proyecto se enfocó en crear un plan que ayude a disminuir la cantidad de pantalonetas que salen defectuosas del proceso y son dispuestas para reprocesar, a través de implementación de herramientas utilizadas en *Lean Manufacturing.*

Para lograr lo anterior, se inició con la recolección de datos a través de entrevistas e inspección visual para reconocer las actividades y el funcionamiento de la empresa, evidenciando la cantidad de prendas defectuosas que se reportaban diariamente al final del proceso. Por esta razón, se realiza un estudio para conocer cuáles son las operaciones que más contribuyen con este problema y cuáles eran sus causas. Conociendo esto, se procedió a definir las herramientas de *Lean Manufacturing* que mejor se adaptaran para la solución del problema.

Una vez seleccionadas las herramientas, se plantearon propuestas de planes de acción utilizando las herramientas 5's, Poka Yoke, Andon, Jidoka, Kaizen, TPM que contribuyan con una disminución diaria del 35% de prendas defectuosas. Finalmente, se realizó un análisis de costo beneficio y un análisis de sensibilidad en el cual se varía la cantidad de prendas defectuosas por mes, arrojando resultados positivos con beneficios cualitativos y cuantitativos.

ABSTRACT

ORR S.A.S. is a company in the textile sector dedicated to manufacturing shorts and sweatshirts. This project was based on the creation of a plan that contributes to the decrease of the amount of defective shorts in the manufacturing process which are disposed to the re-process, through the implementation of tools that are used in Lean Manufacturing.

In order to achieve the above, it started with the data collection using interviews and visual inspection for recognizing the activities and the operation of the company, which allowed prove the number of defective articles that were reported daily at the end of the process. For this reason, a study was carried out in order to know the operations that most contribute to this problem and their causes to define the tools of Lean Manufacturing which adapt in the best way for solving the problem.

Once the tools were chosen, it was planted some purposes of action plans, using the next tools: 5's, Poka Yoke, Andon, Jidoka, Kaizen, TPM, which contribute to the daily reduction of 35% in defective articles. Finally, it performed an analysis called "costo-beneficio" and other of sensibility in which it varies the number of defective articles each month, obtaining positive results with benefits both qualitative and quantitative.

1. INTRODUCCIÓN

A medida que ha evolucionado el tiempo, las empresas se han enfocado mucho más por mejorar sus procesos, de tal forma que estos sean cada vez productivos y competitivos, para llegar a estas instancias se han creado metodologías que sirven para la mejora continua de los procesos y eliminar todos aquellos procesos que no generan valor para los productos o servicios ofrecidos, por lo tanto una forma de llevar a cabo estas mejoras es adoptando herramientas propias de la filosofía Lean Manufacturing que permiten obtener los resultados esperados.

"El Lean Manufacturing (en castellano "producción ajustada"), es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar"[1].

Con la intención de darle el mejor enfoque al trabajo y aportar un plan de mejora en los reprocesos presentes en las operaciones que realiza la empresa para la confección de ropa deportiva, se adopta la metodología Lean Manufacturing o también conocido como fabricación esbelta, para disminuir los reprocesos presentes en la fabricación de las prendas y así mejorar los niveles de productividad de tal forma que le permita ser competitiva en el mercado actual de la confección. "La clave del modelo está en generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación, tanto a nivel de puesto de trabajo como de línea de fabricación, y todo ello en contacto directo con los problemas existentes para lo cual se considera fundamental la colaboración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios"[2].

Para el desarrollo del plan, se crearán propuestas que ayuden a disminuir la cantidad de reprocesos generados diariamente durante la confección de pantalonetas, esto a través de herramientas implementadas por la filosofía *Lean Manufacturing*. En consecuencia, la buena aplicación de las herramientas traerá consigo la solución a la problemática planteada, beneficios económicos positivos, un gran impacto en la cultura de la empresa, crecimiento personal para todos los trabajadores y satisfacción para el principal cliente de empresa.

El contenido del presente proyecto se compone de 6 fases, donde se inicia con el marco de referencias que compone: marco de antecedentes, marco teórico, marco conceptual, marco contextual y marco legar, los cuales contemplan toda la información necesaria para comprender la temática del "*Lean Manufacturing*",

---

[1] RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José. Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos. 2010. P.2.

[2] HERNANDEZ MATÍAS, VIZÁN IDOLPE, Juan Carlos, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: EOI, 2013. P.6.

reprocesos y la organización, donde para realizar las consultas se buscaron documentos relacionados como artículos, revistas, libros, investigaciones, blog, sitios web y casos aplicados.

Ya obtenida la información necesaria en el marco de referencia para comprender el proyecto a realizar, se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa, el cual permitió conocer el estado actual de la empresa, los procesos de confección y tiempos requeridos, frecuencia de reprocesos en los procesos, principales causas y efectos de los reprocesos, para llevar a cabo este diagnóstico se utilizaron herramientas como el estudio de métodos y tiempos, SIPOC, VSM, Pareto, diagrama Ishikawa, análisis de brecha .

Partiendo del diagnóstico realizado anteriormente se pudo establecer que era necesario implementar las herramientas de la metodología "*Lean Manufacturing*" que más se ajustarán a la necesidad de la empresa y la problemática a tratar, estas fueron seleccionadas por medio de la matriz AHP priorizando los criterios de frecuencia de selección, impacto de la herramienta y dificultad de implementación.

Ya identificada las herramientas se proceden a elaborar como el AMEF, 5`s, Poka-Yoke, JIDOKA, ANDON, KAIZEN, TPM y trabajo estandarizado, para proponer las mejoras y soluciones propuestas a la problemática de defectos en las operaciones que causan reprocesos por medio de formatos, instrumentos y descripción de implementación.

Para poder conocer la efectividad del método se realizó el análisis costo-beneficio de las propuestas, además se realizó la validación de la propuesta donde se puede observar como la aplicación de la metodología "*Lean Manufacturing*" ha sido efectiva en estudios previos, siguiendo con un muestreo que permite observar la mejora obtenida en la organización con la implementación parcial de la metodología 5`s.

Finalmente se elaboraron los resultados, conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron al proponer el plan de mejora para la organización ORR S.A.S.

2. PLANTEAMIENTO, DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Orlando Rengifo Rodríguez S.A.S., en adelante ORR S.A.S., es una empresa ubicada en el municipio de Tuluá – Valle, la cual brinda el servicio de maquila de ropa deportiva a la empresa NKI de la ciudad de Cali - Valle; actualmente la empresa cuenta con alrededor de 25 operarios quienes están encargados del transporte, elaboración y revisión de los productos que se ensamblan. Cuenta con máquinas de confección de tipo planas, fileteadoras, dos agujas, cerradora de codos, ojaladora, presilladora y resortera.

Las referencias de productos que manejan son pantalonetas y sudaderas, los cuales se clasifican por colores y tallas, estas referencias deben ser elaboradas bajo las especificaciones y características que el contratante (NKI) establece, para posteriormente ser comercializados.

El proceso que realiza la empresa ORR S.A.S., consiste en recibir la materia prima en las instalaciones de la empresa contratante en la ciudad de Cali, la cual se transporta y almacena en las instalaciones de ORR S.A.S. en la ciudad de Tuluá, luego se continúa con la separación por colores y tallas de la materia prima que ya viene cortada; una vez está lista, se hace el ensamblaje de las piezas y finalmente la inspección de los productos para ser transportados a la empresa NKI en la ciudad de Cali.

La producción o ensamblaje de las piezas, se activa mediante la orden de producción que reciben de NKI, cumpliendo con los requisitos de la ficha técnica y estándares de calidad definidos por ésta.

Actualmente las empresas industriales como en la que se va a desarrollar el presente trabajo, se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como *Lean Manufacturing*, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva.[3]

La filosofía *Lean Manufacturing* se orienta a eliminar las operaciones que no agregan valor al producto o servicio, las cuales son conocidas como mudas: inventarios, sobreproducción, movimientos, esperas, transportes, procesos innecesarios y defectos. La palabra muda representa el desperdicio; aquello que no es la mínima cantidad de equipos, materiales, insumos, piezas, locaciones y

[3] Ibíd., p.6.

tiempos de máquinas o de trabajadores, que resultan absolutamente esenciales para añadir valor al producto o servicio.[4]

En la actualidad, la empresa ORR S.A.S., está presentando problemas de calidad en la producción de pantalonetas, esto, debido a errores de confección presentes en las diferentes operaciones que se realizan, lo cual genera rechazos de lotes completos cuando se realizan los controles de calidad por la empresa NKI.

La situación antes mencionada, tiene un impacto negativo en la empresa ORR S.A.S., debido a que todo el lote debe ser reprocesado, ello implica generar interrupciones en la producción programada, para llevar a cabo la corrección de los defectos, además implica asumir costos de transporte adicionales, mayor consumo de materia prima como hilos e hilacha y fatiga laboral por incremento en el trabajo. Aunado a lo anterior, la empresa ORR S.A.S., no puede recibir más de tres (3) veces memorandos por errores en el producto, porque tendrá que asumir una multa impuesta por NKI, debilitando la relación con el cliente.

En el año 2019, se destacaron los meses de Marzo y Abril como los meses con mayor número de devoluciones, teniendo en cuenta los datos que se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Unidades rechazadas por el cliente - Año 2019 [5]

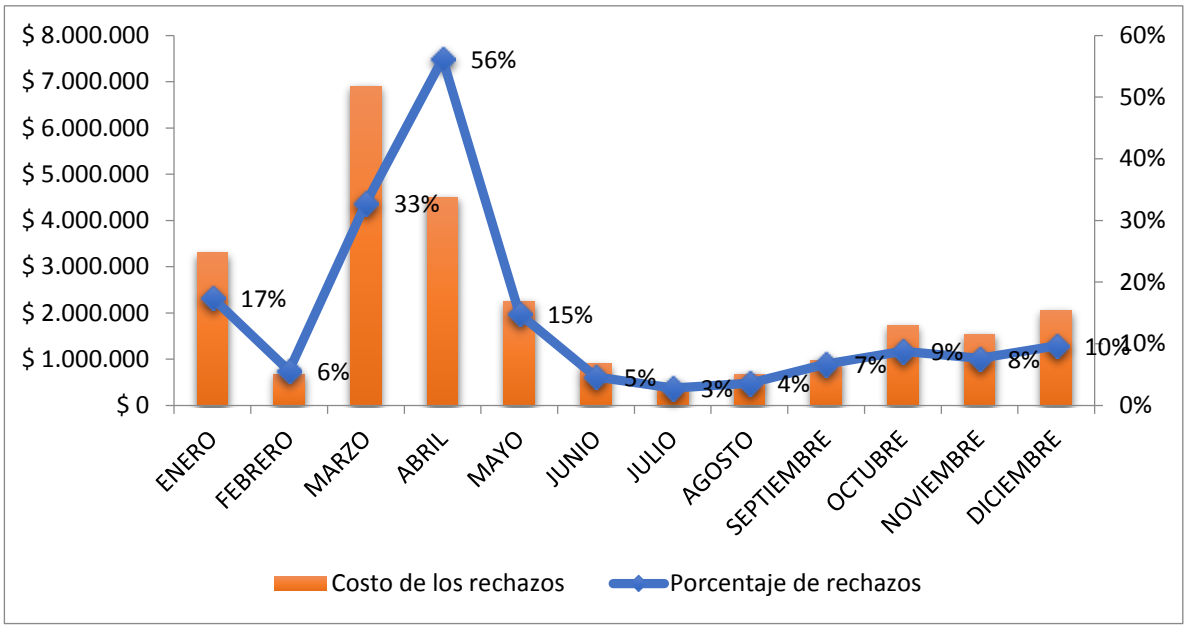
	Cantidad de unidades producidas	**Cantidad de unidades rechazadas**	**Cantidad de unidades conformes**	**Costo de los rechazos**
ENERO	12.600	2.200	10.400	$ 3.300.000
FEBRERO	8.000	450	7.550	$ 675.000
MARZO	14.009	4.600	9.409	$ 6.900.000
ABRIL	5.336	3.000	2.336	$ 4.500.000
MAYO	10.100	1.500	8.600	$ 2.250.000
JUNIO	13.000	600	12.400	$ 900.000
JULIO	11.400	320	11.080	$ 480.000
AGOSTO	12.500	450	12.050	$ 675.000
SEPTIEMBRE	9.700	650	9.050	$ 975.000
OCTUBRE	13.200	1.160	12.040	$ 1.740.000
NOVIEMBRE	13.500	1.030	12.470	$ 1.545.000
DICIEMBRE	14.200	1.375	12.825	$ 2.062.500

Fuente: empresa ORR S.A.S.

[4] RAVE, BENAVIDES, Jorge, Milton. Aproximación del enfoque por procesos y principios Lean para la producción de índigo de una empresa textil. Antioquia: Revista universidad EAFIT. 2010. P.55.
[5] Tabla elaborada por los estudiantes con la información suministrada por la empresa ORR S.A.S.

En la Ilustración 1 se observa que para los meses de marzo y abril la empresa alcanzó un porcentaje de rechazos muy alto, lo cual demuestra la falta de controles de calidad que permitan detectar a tiempo los defectos presentes en los productos y los costos en los que incurren al tener devoluciones, tales como: producción, insumos, mano de obra, mantenimiento, servicios públicos y un costo adicional equivalente a $260.000 pesos por cada entrega.

Figura 1. Porcentaje de rechazos - Año 2019.



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta lo anterior, se pretende alinear el problema de los reprocesos con las herramientas del *Lean Manufacturing* que mejor se ajusten a la problemática que presenta la empresa y así ayude a mejorar los niveles de producción, reducir los reprocesos y a la vez los rechazos que se están presentando, de tal forma que se mejore la competitividad y productividad de la empresa además de no incurrir en costos extras.

Es evidente la existencia de estudios previos tanto a nivel regional, nacional e internacional, que han demostrado la efectividad de la metodología mencionada anteriormente, para mitigar o mejorar los reprocesos en los procesos de compañías tanto del sector textil o de confección como otro sector económico, tal como se muestra a continuación en el marco de antecedentes.

A raíz de esto, surge la siguiente pregunta: **¿Cómo se puede mejorar el proceso de maquila de ropa deportiva y disminuir los reprocesos presentes de las operaciones utilizando las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing?**

3. JUSTIFICACIÓN

Las empresas de la cadena textil y confecciones han venido sufriendo decadencia debido a la informalidad que padece el sector, además de contar en Colombia con un bajo porcentaje del salario mínimo destinado para el vestuario de las personas, esto conlleva a que las empresas cada vez requieran de mejoras en sus productos y precios de tal forma que les permita ser altamente competitivos y añadir valor agregado, para sobrevivir a la situación del mercado.

De acuerdo con lo manifestado por el señor Germán Núñez, en el diario La Economía, expresa que las empresas de la industria textil se alertaron por la complicada situación que las rodea a causa del contrabando, el narcotráfico y los bajos aranceles, escenario que las pone en máximo riesgo más si se tiene en cuenta que el costo país y las dificultades competitivas hacen parte del vademécum de amenazas.[6]

El presidente de la Cámara Colombiana de la Confección, Guillermo Elías Criado, aseguró que la industria textil y de confecciones pasó de los buenos instantes productivos a una pesadilla que les puso el candado a no pocas empresas. En los últimos años las empresas registradas en Cámaras de Comercio pasaron de 100.000 a 70.000, es decir que aproximadamente 30.000 desaparecieron por la avalancha de productos exógenos que entraron a competir de manera desleal. [7]

Considerando lo anterior, lo que se quiere lograr con la presente investigación es diseñar propuestas de mejoramiento en una empresa de confecciones del municipio de Tuluá-Valle, debido a que es de vital importancia tener una buena estructuración en las organizaciones para lograr ser competitivos y sobrevivir a los cambios presentes en la globalización y a la competencia del sector.

Actualmente, la empresa de maquila de Tuluá-Valle, no cuenta con un plan de mejoras en la parte productiva que le ayude a mitigar sus problemáticas asociadas al número de prendas reprocesadas y rechazadas por defectos en la calidad, lo cual está generando pérdidas económicas para la empresa e incumplimiento a su cliente.

Por este motivo, el diseño de un plan permitirá mejorar los procesos de producción a través de las herramientas proporcionadas por la filosofía *Lean Manufacturing*, por el cual se puede generar un impacto positivo para la empresa donde se mejoren los indicadores que consiste en disminuir el número de prendas defectuosas, se aumente la productividad, se disminuya el número de reprocesos,

---

[6] NUÑEZ, Germán. Colombia, cerca de una aguda crisis industrial: Cámara de Confecciones. Consultado: 01 de febrero del 2020. Disponible en: https://diariolaeconomia.com/fabricas-e-inversiones/item/4390-colombia-cerca-de-una-aguda-crisis-industrial-camara-de-confecciones.html.
[7] Ibid.

se mejore el ambiente laboral y se pueda cumplir con las ordenes de producción generadas por la empresa contratante.

Desde otra perspectiva, se pretende que este trabajo sirva como una guía metodológica o base de referencia para que otras empresas dedicadas a la confección implementen planes de mejoramiento. Asimismo, servirá a la academia para que los estudiantes de ingeniería industrial tengan como material de estudio un caso práctico basado en herramientas de la metodología Lean Manufacturing aplicado en la industria de confecciones, debido a que como ingenieros industriales se forma como profesionales para mejorar las condiciones de funcionamiento de las empresas en todos sus niveles.

4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Objetivo general

Realizar un plan de mejora que permita disminuir los reprocesos en una empresa de maquila de ropa deportiva de la ciudad de Tuluá-Valle, por medio de la aplicación de la filosofía *Lean Manufacturing.*

4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de ropa deportiva en una empresa de maquila, identificando las principales causas de los reprocesos.

- Identificar y seleccionar las herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing* que se ajusten a las condiciones del problema.

- Diseñar las mejoras en el proceso de maquila de ropa deportiva, utilizando las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing.

- Realizar un análisis de costo/beneficio para la evaluación del plan de mejora propuesto para la solución del problema.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 Marco de antecedentes

Las organizaciones emprenden esfuerzos para incrementar su grado de eficiencia en la actividad que desarrollan y, así, obtener el beneficio sobre la decisión del consumidor; por este motivo, la nueva cultura corporativa hace uso de los recursos que dispone para ser competitivo, el "ser competitivo no sólo significa tener la capacidad de atraer el interés de accionistas (capital económico), empleados (capital intelectual) y clientes (ventas), sino que también resulta cada vez más complicado porque los consumidores demandan mejor calidad, precio y tiempo de respuesta además, la sociedad demanda mayor responsabilidad social de las organizaciones y sus directivos, accionistas, empleados, etcétera" (Cantú, 2011, p. 1) citado por Vargas, Muratalla, & Jiménez (2016). [8]

En el contexto regional Martínez, Ortega, & Martínez (2017) por medio del trabajo "Propuesta de diseño para la disminución de defectuosos en la producción de gorras de la microempresa ZCAP", con el cual buscaban hallar las causas principales de los problemas de calidad generados por algunos reprocesos y productos defectuosos, se halló que mediante la implementación del Poka Yoke, la agrupación de actividades por estación o por centro de trabajo y el uso de dos máquinas adicionales trajeron beneficios a la empresa como la disminución del porcentaje de defectuosos y el aumento del índice de producción, el cual fue validado por medio de una simulación.[9]

De la misma manera en el trabajo de grado presentado por (Cardona & Vela, 2018) llamado "Diseño de un plan acción para la reducción del tiempo de ciclo en la línea de producción de tops en la organización Tulipán S.A.S.", la cual tuvo como objetivo reducir el tiempo de fabricación de cada unidad de producto, se logró mediante el uso de la filosofía Lean Six Sigma aplicada con la metodología DMAIC, logrando disminuir los desperdicios, la variabilidad y los tiempos de fabricación.[10]

Asimismo, (García, Gómez, Quiroga & Vásquez, 2019) en el proyecto denominado "Rediseño del sistema de producción de una empresa de confecciones, mediante herramientas Lean Manufacturing", el cual tenía el objetivo de Rediseñar el sistema productivo de la empresa para contribuir en el aumento de su capacidad

[8] VARGAS, MURATALLA, JIMÉNEZ, José, Gabriela, María. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? Carabobo: Revista Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, V(17). 2010. Pág. 153-174.

[9] MARTÍNEZ, ORTEGA, MARTÍNEZ, Angélica, Nicolás, Daniela. Propuesta de diseño para la disminución de defectuosos en la producción de gorras de la microempresa ZCAP. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: 4 de septiembre de 2017.

[10] CARDONA, VELA, Andrés, Juan. Diseño de un plan acción para la reducción del tiempo de ciclo en la línea de producción de tops. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: 2018.

de producción, por medio de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing, a través de la metodología DMAIC, obtuvo como resultados el incremento en el 11% de las ventas de la referencia 4192 y la disminución de costos de nómina de 4'239.192 COP mensualmente[11].

Por otro lado, a nivel nacional (González, Marulanda, & Echeverry, 2018) en el artículo "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" por medio de una investigación realizada en algunas empresas del sector textil confecciones de la subregión del Valle de Aburrá, del departamento de Antioquia, en Colombia, la cual persiguió el propósito de realizar un diagnóstico en torno a la implementación de las herramientas Lean Manufacturing desde la estrategia de operaciones, permitió concluir que la ejecución de la estrategia de operaciones de calidad y costos, aunado al compromiso de la filosofía Lean en toda la organización, maximiza el beneficio esperado por unidad de tiempo en todos los procesos, propiciando un uso óptimo de los recursos, con los consabidos beneficios en términos del cumplimiento de la misión empresarial.[12]

En una escala internacional, el proyecto de investigación "MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN TEXTIL" propuesto por Ortiz (2018) en el cual se buscaba optimizar los procesos operativos de producción textil, permitió establecer que la aplicación del modelo de manufactura esbelta permite; en primer lugar, reducir el tiempo de ciclo en la producción por unidad de producto; en segunda instancia, identificar los desperdicios del proceso productivo y; finalmente, reducir el tiempo de recorrido de los operadores y de los productos.[13]

Adicionalmente Galvez (2018) en su trabajo de grado denominado "Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing" con la finalidad de mejorar la productividad de la unidad de desarrollo de producto, implementó la metodología Lean Manufacturing, con la cual quería lograr mejoras en los indicadores de productividad; los resultados permitieron tanto el aumento en los

---

[11] GARCÍA, GÓMEZ, QUIROGA, VÁSQUEZ, Santiago, Mateo, Anly, Valentina. Rediseño del sistema de producción de una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Junio 2019.

[12] GONZÁLEZ, MARULANDA, ECHEVERRY, Henry, Natalia, Francisco. 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. EAN(85). 2018. Pág. 199-218.

[13] ORTIZ, Daisy. MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN TEXTIL. Ambato, Ecuador. 2018.

tres indicadores que involucran el OEE, como el incremento de la capacidad productiva, ahorro de horas hombres, incremento del área de trabajo y motivación del personal.[14]

Con relación a los antecedentes mencionados anteriormente se observa que la filosofía Lean Manufacturing es aplicada con el propósito de mejorar el proceso productivo en las empresas y reducir desperdicios; es importante aclarar que en los medios electrónicos se encuentra escaza información sobre la implementación de dicha filosofía en empresas del sector textil.

5.2 Marco teórico

5.2.1 Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing se origina bajo el sistema Just in Time en los años 50, se aplicó inicialmente en la industria automovilística y luego se difundió en otras industrias tales como: alimenticio, farmacéutico y bienes de equipo, en los cuales se ha desarrollado con éxito; es decir, es una filosofía aplicable en cualquiera de las industrias que integran los sectores tanto productivos como de servicios.

De acuerdo con Hernández & Bizán (2013) el Lean Manufacturing se define como "una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de "desperdicios", definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios". Lo anterior permite entender que la filosofía Lean se constituye como una herramienta que permite alcanzar un mayor nivel de competitividad y el aumento de la productividad a las empresas mediante la mejora de sus procesos productivos, a través de la minimización del uso de productos innecesarios.[15]

Por consiguiente, analizar, pensar y actuar, son considerados los pilares bajo los cuales se infunde la filosofía del Lean Manufacturing, la cual se dirige a la obtención de la simplificación de las operaciones y la reducción de costos, por medio de métodos y técnicas aplicables a problemas específicos.

En contraste, la falta de conocimiento de la filosofía Lean se instaura como la causante de que muchas empresas se muestren reacias a la implementación de esta, sin saber que, en busca de una mejora continua, practican acciones que corresponden a ello. En contraste, un estudio realizado en España demuestra que, mediante la implantación del Lean en pequeñas y medianas empresas, que se han

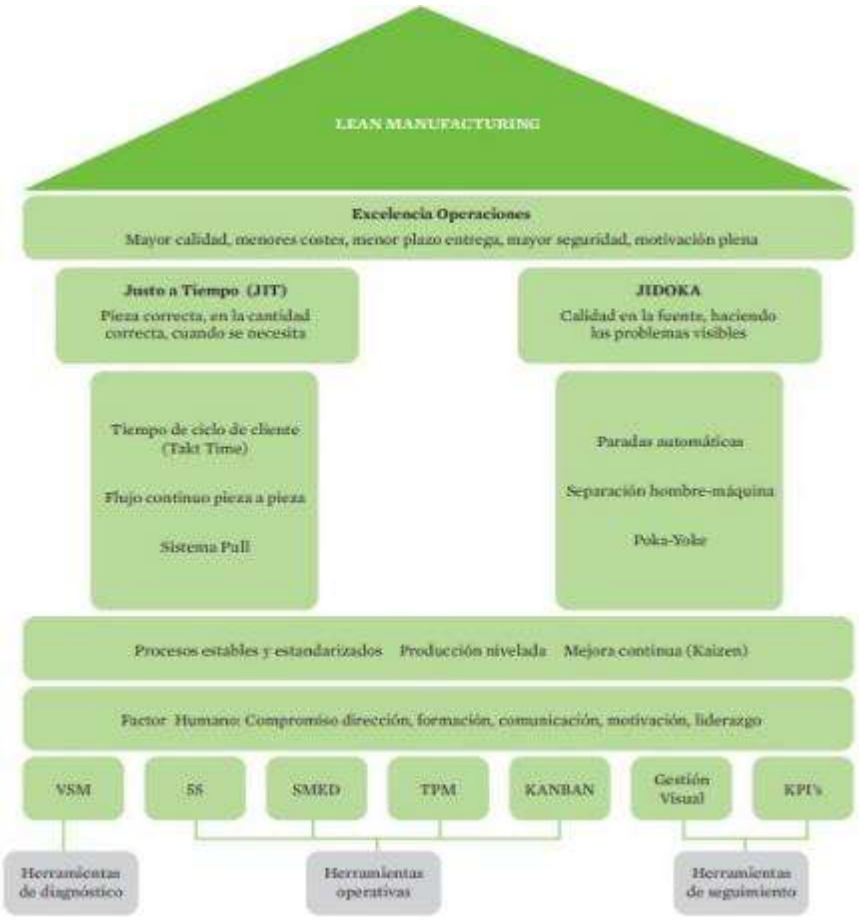
[14]GALVEZ, María. Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing. Lima, Perú. 2018.
[15] HERNANDEZ MATÍAS, VIZÁN IDOLPE, Juan Carlos, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: EOI, 2013. P.6.

concientizado de la necesidad introducir la filosofía Lean en sus políticas, han logrado obtener mejoras en sus índices de competitividad y productividad.

Es importante aclarar que, la filosofía Lean Manufacturing comprende un sin número de técnicas y métodos aplicables a situaciones específicas y, por ende, se recomienda que las empresas en su proceso de implementación utilicen aquellos que más se ajusten a la problemática presente.

En la Figura 2 se observa la casa Toyota, también conocida como los pilares del *Lean Manufacturing*, la cual ha sido adoptada para una más amplia comprensión de las dimensiones que en ella se consideran.

Figura 2. Casa Toyota



Fuente: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación.

El *Lean Manufacturing* cuenta con cinco principios rectores claves para su aplicación:[16]

a) Lo único que importa producir es lo que el cliente realmente percibe como valor. Por lo que un aspecto esencial en este principio es entender quién es el cliente (interno o externo) y qué quiere. Es decir, comprender sus necesidades, expectativas y requerimientos e incorporarlos a los procesos de trabajo.
b) Cada tarea, función o actividad debe añadir valor. Hay que identificar el camino de valor con el fin de eliminar el MUDA, desde que se introduce la materia prima, se transforma, hasta que se entrega el producto terminado al cliente. El objetivo es identificar todas aquellas actividades que no agreguen valor al proceso (MUDA), con el fin de minimizarlas, modificarlas o eliminarlas del proceso de trabajo.
c) Hay que conseguir que el producto fluya continuamente agregando valor y eliminar, en la medida de lo posible, la producción por lotes (sobre todo de los lotes grandes). Para llegar a un movimiento continuo del proceso hay que eliminar los obstáculos representados en máquinas que constituyen cuellos de botella y eliminar los transportes innecesarios debido a layouts mal diseñados.
d) Introducir el Pull System en el proceso. Una vez se ha fijado el esquema del flujo continuo en el proceso de trabajo, hay que introducir un sistema de producción Pull. Es decir, producir a demanda del cliente, tratando de dar en todo momento una respuesta rápida a sus peticiones, con lo que se evita o minimiza la sobreproducción y la acumulación de inventarios.
e) Tender hacia la perfección y gestionarla. La perfección en el pensamiento Lean no sólo significa librar de defectos y errores los procesos y productos, también implica la entrega a tiempo de productos que cumplan con los requerimientos del cliente, a un precio justo y con la calidad especificada. En otras palabras, la gestión de la perfección es una batalla continua para eliminar el MUDA, que nunca tiene fin, ya que reducir tiempos, costes, espacio, errores y esfuerzos inútiles es una acción permanente que toda organización debe llevar a cabo.

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios" en productos manufacturados. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora, y el tiempo de producción y el costo se reducen. A continuación, se presentan los 7 tipos de desperdicios, con una adaptación de 2 desperdicios adicionales según la asignatura vista de productividad.[17]

1. Sobreproducción: hacer más de lo requerido; juntas innecesarias.

[16] VILANO, José. Fundamentos del Lean Manufacturing. Escuela de organización industrial. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75259/componente75258.pdf
[17] Diapositivas vistas en la asignatura de productividad, Unidad Central del Valle del Cauca.

2. Defectos: Trabajo incorrecto; no cumplir con las expectativas; no cumplir con los criterios de aceptación.
3. Esperas: Tiempos muertos al esperar por insumos, papelería, grabaciones, material.
4. Transporte innecesario: Transportar algo por los diferentes lugares de la Compañía.
5. Reproceso: Hacer más trabajo o esfuerzo al trabajo necesario; no agregar valor al producto; pasos innecesarios en un proceso.
6. Inventario: Abastecimiento en exceso; información en exceso; buscar cubrir las ineficiencias.
7. Movimiento innecesario: Cualquier movimiento que no genere valor; búsqueda de archivos en un computador.
8. Desperdicio de intelecto o talento de la gente: Cuando no se aprovecha el potencial que cada individuo tiene.
9. Re-priorización: Cambio de prioridad en la agenda o asignación de tareas ya planeadas por una nueva priorización.

5.2.2 Las 5S

5S y control visual. Representan los cimientos del hábito de mejora, lo cual ayuda a mantener un ambiente de trabajo organizado, ordenado, limpio y seguro. Estas cinco "S" son:[18]

- Seiri (organización): clasificación de los materiales según el criterio necesario/innecesario.
- Seiton (orden): poner en orden todos los materiales de trabajo en su ubicación predeterminada de forma que cualquier persona los pueda encontrar.
- Seiso (limpieza): mantener limpio el lugar de trabajo.
- Seiketsu (conservación): mantener la conservación, el orden y la limpieza.
- Shitsuke (obediencia): cumplir siempre y de manera correcta las reglas de modo que se transformen en hábitos.

5.2.3 Poka Yoke

El término "Poka Yoke" viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

[18] VILANO, José. Fundamentos del Lean Manufacturing. Escuela de organización industrial. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75259/componente75258.pdf

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anormalidades puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto chequeo, o chequeo continúo.

Las funciones reguladoras Poka Yoke son las 2 siguientes:

- Métodos de Control: Existen métodos que cuando ocurren anormalidades apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.
- Métodos de Advertencia: Este tipo de método advierte al trabajador de las anormalidades ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.[19]

5.2.3 SMED

SMED significa “Cambio de modelo en minutos de un sólo dígito”, Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. Desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo. Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño.

Los procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente. SMED se puede llevar a cabo con aproximadamente 3 pasos, los cuales son los siguientes: [20]

1. Eliminar el tiempo externo (50%): Gran parte del tiempo se pierde pensando en lo que hay que hacer después o esperando a que la máquina se detenga. Planificar las tareas reduce el tiempo. El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar. La idea es mover el tiempo externo a funciones externas. 47
2. Estudiar los métodos y practicar (25%): El estudio de tiempos y métodos permitirá encontrar el camino más rápido y mejor para encontrar el tiempo interno remanente. Las tuercas y tornillos son unos de los mayores

[19] Eliminación de desperdicios en una línea de ensamble. Capítulo 2: Marco teórico. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19829/Capitulo2.pdf
[20] Eliminación de desperdicios en una línea de ensamble. Capítulo 2: Marco teórico. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19829/Capitulo2.pdf

causantes de demoras. La unificación de medidas y de herramientas permite reducir el tiempo. Duplicar piezas comunes para el montaje permitirá hacer operaciones de forma externa ganando este tiempo de operaciones internas. Para mejores y efectivos cambios de modelo se requiere de equipos de gente. Dos o más personas colaboran en el posicionado, alcance de materiales y uso de las herramientas. La eficacia está condicionada a la práctica de la operación. El tiempo empleado en la práctica bien vale ya que mejoraran los resultados.

3. Eliminar los ajustes (15%): Implica que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

5.2.4 Jidoka (automatización)

El control automático de defectos (Jidoka) consiste en la utilización de equipos productivos con mecanismos automáticos de retroalimentación que detectan los defectos y se detienen, lo que permite corregir el origen del error e impide que productos defectuosos sigan adelante. Se sigue el siguiente proceso: [21]

1. Detectar la anormalidad.
2. Parar.
3. Fijar o corregir la condición anormal.
4. Investigar la causa raíz e instalar las contramedidas. Se focaliza en entender el problema y asegurarse de que no vuelva a ocurrir. Previene la producción de piezas defectuosas y promueve el compromiso de aprender de los errores e investigar hasta el mínimo incidente. Se basa en el respeto a las personas que realizan el trabajo que son las más expertas en ese proceso. Cuando una máquina se para, se para toda la línea de producción y se hace visible a toda la organización a través de una señal (Andon).

5.2.5 SIPOC

- **Supplier:** un proveedor, individuo que genera un aporte esencial de recursos al proceso establecido.
- **Input:** entrada, todos los datos o elementos necesarios para llevar a cabo dicho proceso.

[21] VILANO, José. Fundamentos del Lean Manufacturing. Escuela de organización industrial. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75259/componente75258.pdf

- **Process:** procesos, serie de actividades que generan una línea entre el punto de entrada hacia la salida, estableciendo un valor requerido.
- **Output:** salida, resultado final obtenido de un seguimiento de ideas y un correcto proceder en cada estación.
- **Customer:** cliente, es la persona o individuo a quien son dados los resultados finales y a quien se debe satisfacer con la calidad de productos hechos a la perfección los demás puntos.

Se trata de un sistema de ayuda o autoayuda que permite establecer de mejor manera una serie de ideas, con el propósito de satisfacer las necesidades de un cliente, es decir, que también facilita el entendimiento entre ambas partes para generar una mayor efectividad desde el momento de la recopilación o ingreso de datos, hasta la salida o muestreo a los usuarios.

Para generar un diagrama efectivo y claro que de espacio al mejoramiento de ideas sea cual sea la temática para trabajar, se puede seguir una serie de pasos los cuales son:[22]

- Cliente: este es el encargado de establecer las necesidades, es decir, aquel que le dará valor a los procesos que puedan ser incluidos para alcanzar una meta y pueden ser establecidos en diferentes áreas, siendo la prestación de servicios una de las más comunes de este tipo.
- Definición de proveedor: en este punto se define quien será el individuo o usuario capaz de generar las entradas, el cual, sin problema alguno puede tratarse de un cliente o usuario interesado o con ciertos conocimientos.
- Identificación del espacio a trabajar: siempre es imprescindible trabajar con temas en específico y tener claridad sobre el tema que se esté manejando, ya que es muy común que las ideas se encaucen en otros temas similares, producto de la falta de información o denotación de datos.
- Introducción de datos de entrada: en este punto se integran una serie de actividades esenciales que darán inicio o que serán la base para lo que será el desarrollo de los procesos, que guiarán a una efectiva labor para el cumplimiento de los datos de entrada o para satisfacer las necesidades del cliente.
- Definición de procesos: en este punto se definen o diagraman cada una de los procesos o actividades requeridas para producir los resultados esperados tanto por el usuario como por el cliente, simplificando dichas actividades sin repeticiones y empleando un lenguaje apropiado para ambas partes el cual sea entendible.
- Resultados o salidas: se trata del producto obtenido de la serie de procesos que se hayan generado en los demás pasos los cuales pueden estar relacionados con cualquier tipo de componente, ya sea informativo,

[22] PACHECO, Josefina. Web y empresas. ¿Qué Es Un Diagrama SIPOC Y Para Qué Sirve? Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://www.webyempresas.com/diagrama-sipoc/

documentación, productos, materias primas, servicios u otros más, que son entregados al cliente que ha efectuado la solicitud.

5.2.6 Plan de acciones correctivas

Se trata del documento que se debe entregar a los organismos certificadores para plantear el cómo se van a solucionar las no conformidades encontradas después de haber superado la auditoría de certificación inicial o una auditoría de seguimiento.[23]

- **Paso 1:** Entender la no conformidad
  Se debe asegurar de entender bien la no conformidad que aparece en el informe de auditoría.
  Para que no se quede con ninguna duda, se aprovecha el momento en el que el auditor está cerrando la auditoría cuando está leyendo los hallazgos de auditoría. Es ahí cuando se debe preguntar cualquier duda que se tenga acerca de la no conformidad para asegurarse que la entiendes para poder trabajarla luego.
- **Paso 2:** Corrección para cerrar la no conformidad
  Centrarse primero en solucionar la no conformidad de una forma inmediata. Buscar una corrección que elimine esa situación de no conformidad.
- **Paso 3:** Analizar la Causa raíz
  Estudiar con detenimiento el por qué ha aparecido la no conformidad. Preguntarse para ello varias veces el por qué ha aparecido hasta que se llegue a la causa origen, la causa raíz que ha llevado a que aparezca ese incumplimiento.
- **Paso 4:** Establecer la Acción correctiva
  Una vez se tiene identificada la causa raíz, se debe plantear la acción correctiva que elimine esa causa raíz. Será muy fácil establecer esta acción correctiva si se tiene bien identificada la causa principal o causas (a veces existe una multicausa).
- Las cosas no se implementan por sí solas. Se deberá de concretar cómo se va a llevar a cabo esa acción correctiva: qué va a cambiar y quién o quiénes serán los encargados de llevarlo a cabo.
  En caso de que existan varias causas se pregunta si con una sola acción correctiva es suficiente para eliminar las diferentes causas o por el contrario se necesita implementar una acción correctiva por cada una de las causas raíz que se han identificado.
- **Paso 5:** Verificar la eficacia de la acción correctiva
  Representa el último paso. Es el paso de comprobación de lo que se está implementando está funcionando.

[23] TORRES, Iván. IV Consultores. 5 pasos para realizar un Plan de Acciones Correctivas Sin Errores. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://iveconsultores.com/plan-de-acciones-correctivas/

Se sabrá porque la próxima vez que ocurra una situación parecida a la que originó la no conformidad, ahora gracias a la acción correctiva que está implementada, no existe desviación alguna y por tanto no aparece la no conformidad.
En ese momento se sabe que la acción correctiva implementada ha funcionado. De lo contrario significaría que no se ha analizado bien la causa raíz o han implementado de forma incorrecta la acción correctiva.

5.2.7 Diagrama de Pareto

Constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales), y las que lo son menos (los muchos y triviales).

La relación 80/20 se ha encontrado en distintos campos. Por ejemplo, el 80% de los problemas de una organización son debidos a un 20% de las causas posibles. El 80% de los defectos de un producto se debe al 20% de causas potenciales. El 80% del absentismo, es causado por un 20% de empleados…

En 1909 el economista y sociólogo Vilfredo Pareto (1848 – 1923) publicó los resultados de sus estudios sobre la distribución de la riqueza, observando que el 80% de la misma se encontraba concentrada en el 20% de la población.

Los pasos por seguir para la elaboración de un diagrama de Pareto son:[24]

1. Seleccionar los datos: aquellos que se van a analizar. También el periodo de tiempo al que se refieren dichos datos.
2. Agrupar los datos: se agrupan según categorías, de acuerdo con un criterio determinado.
3. Tabular los datos: comenzando por la categoría que contenga más elementos y, siguiendo en orden descendente, calcular las frecuencias:

    - Absoluta.
    - Absoluta acumulada.
    - Relativa unitaria.
    - Relativa acumulada.

4. Dibujar el diagrama de Pareto: ahora, se delinea el diagrama, sus ejes de ordenadas y abscisas.
5. Representar el gráfico de barras: en esta representación, el eje horizontal aparecerá también en orden descendente.
6. Delinear la curva acumulativa: se dibuja un punto que represente el total de cada categoría. Tras la conexión de estos puntos se formará una línea poligonal.

[24] Aiteco consultores: Desarrollo y gestión. Diagrama de Pareto – Herramientas de la Calidad. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/

7. Identificar el diagrama: se etiquetan los datos como: título, fecha de realización, periodo estudiado.
8. Analizar el diagrama de Pareto: finalmente, se analiza el diagrama de Pareto.

5.2.8 Diagrama de Causa y Efecto

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

Para realizar el diagrama Causa y Efecto se deben seguir los pasos dados a continuación:[25]

1. Identificar el problema. El problema (el efecto generalmente está en la forma de una característica de calidad) es algo que queremos mejorar o controlar.
2. Registrar la frase que resume el problema. Escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio para el resto del Diagrama hacia la izquierda. Dibujar una caja alrededor de la frase que identifica el problema (algo que se denomina algunas veces como la cabeza del pescado).
3. Dibujar y marcar las espinas principales. Las espinas principales representan el input principal/ categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar, pero las más comunes utilizadas por los equipos son los materiales, métodos, máquinas, personas, y/o el medio. Dibujar una caja alrededor de cada título. El título de un grupo para su Diagrama de Causa y Efecto puede ser diferente a los títulos tradicionales; esta flexibilidad es apropiada y se invita a considerarla.
4. Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto. Las ideas generadas en este paso guiarán la selección de las causas de raíz. Es importante que solamente causas, y no soluciones del problema sean identificadas. Para asegurar que su equipo está al nivel apropiado de profundidad, se deberá hacer continuamente la pregunta Por Qué para cada una de las causas iniciales mencionadas. (ver el módulo de los Cinco Por Qué). Si surge una idea que se ajuste mejor en otra categoría, no discuta la categoría, simplemente escriba la idea. El propósito de la

[25] Herramientas para el Análisis, Cuantitativo y Cualitativo, Aplicables a sistemas de gestión de la calidad. Diagrama de Causa y Efecto. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causaefecto.htm

herramienta es estimular ideas, no desarrollar una lista que esté perfectamente clasificada.

5. Identificar los candidatos para la “causa más probable”. Las causas seleccionadas por el equipo son opiniones y deben ser verificadas con más datos. Todas las causas en el Diagrama no necesariamente están relacionadas de cerca con el problema; el equipo deberá reducir su análisis a las causas más probables. Encerrar en un círculo la causa(s) más probable seleccionada por el equipo o marcarla con un asterisco.
6. Cuando las ideas ya no puedan ser identificadas, se deberá analizar más a fondo el Diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos.

5.2.9 Métodos y tiempos

Antes de aplicar la metodología lean Manufacturing se debe conocer el proceso de producción con todo detalle, ya que, si no es así, no sabremos en qué partes del proceso tenemos desperdicios o cuales se pueden mejorar. Por tanto, el primer paso antes de nada es realizar un estudio de métodos y tiempos.

El estudio del trabajo es una evaluación sistematizada de los métodos y sistemas de trabajo utilizados para la realización de actividades productivas. Cuando hablamos de método de trabajo nos referimos al conjunto de técnicas y procedimientos para que el trabajo se realice sin ningún peligro para el operario, en condiciones normales y estándar.

El estudio de tiempo consiste en medir el tiempo de una tarea de manera cuidadosa, ajustando para cualquier variación observada y así establecer el tiempo estándar tanto para piezas, como para otras actividades: retrasos, averías, descansos.

Este estudio consiste en conocer y analizar de forma crítica las metodologías y tiempos de nuestros procesos de producción, es decir, por qué se hace así cada proceso y el tiempo que se tarda en realizarlo actualmente.

La metodología para hacer el estudio de métodos y tiempos se basa en varias etapas que iremos detallando:[26]

1. Seleccionar: en esta fase aplicamos la regla de Pareto y elegimos el producto que ocupe el 80% del proceso de producción o que suponga el 80% de las ventas y elegimos su proceso de producción para hacer el estudio del trabajo.
2. Registrar: ahora obtendremos toda la información necesaria sobre el método de trabajo de cada proceso y los tiempos que se tarda en realizar

[26] Lean Manufacturing 1.0. Análisis de métodos y tiempos. Cómo realizarlo paso a paso. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://leanmanufacturing10.com/analisis-metodos-tiempos

cada uno en el momento de realizar el estudio, tanto de tiempo de ciclo, como tiempo por elemento.

3. Debemos realizar un diagrama del proceso desde distintos enfoques: resumido, analítico y de recorrido, además de un registrar de cómo se realiza el proceso paso a paso.
4. Examinar: cuando lleguemos a este paso debemos examinar de forma crítica lo que registramos en la fase anterior. Veremos los puntos fuertes y débiles del proceso preguntando a los operarios y analizaremos si el método de trabajo y los movimientos que ejecutan para realizarlo son los más eficaces. Separaremos los movimientos que aportan valor de los que no aportan valor.
5. Medición: mediremos el tiempo de ciclo total de cada proceso, pero desglosándolo en el tiempo que se tarda en cada movimiento.
6. Definir: Una vez recopilados todos los datos, se definirá un tiempo estándar para cada una de las actividades del proceso de producción, que supondrá la base para las futuras mejoras.

5.2.10 El Proceso de Análisis Jerárquico

Es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales (Saaty, 1980). Esta metodología se utiliza para resolver problemas en los cuales existe la necesidad de priorizar distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la opción más conveniente. Las decisiones para tomar con el uso de esta técnica pueden variar desde simple decisiones personales y cualitativas hasta escenarios de decisiones muy complejas y totalmente cuantitativas.

El proceso de análisis jerárquico propone ejecutar los siguientes pasos: [27]

a) Definir los criterios de decisión en forma de objetivos jerárquicos. La jerarquización se estructura en diferentes niveles: iniciándose en el tope con la definición del objetivo principal del proceso de jerarquización, luego se definen los niveles intermedios (criterios y subcriterios a evaluar) y finalmente, en el nivel más bajo se describen las alternativas a ser comparadas.
b) Evaluar (pesar) los diferentes criterios, subcriterios y alternativas en función de su importancia correspondiente en cada nivel. Criterios cualitativos y cuantitativos pueden ser comparados usando juicios informales para obtener los pesos y las prioridades.

[27] ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. CAPÍTULO 4: El método AHP. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70496/fichero/Capitulo+4+El+m%C3%A9todo+AHP.pdf

c) La técnica AHP permite al analista evaluar la congruencia de los juicios con el radio de inconsistencia (IR). Antes de determinar una inconsistencia, es necesario estimar el índice de consistencia (CI) de una n x n matriz de juicios, donde CI viene definido por:

$$CI = \frac{\lambda\text{max} - \text{n}}{n - 1}$$

Donde lmáx. es el máximo autovalor de la matriz. De esta forma IR es definido por:

$$I_R = \frac{\text{CI}}{RI}$$

Donde RI es el valor aleatorio promedio de CI para una n x n matriz.

d) Jerarquizar las alternativas y tomar las decisiones correspondientes.

5.2.11. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

Es una herramienta muy poderosa que permite identificar fallas en productos y procesos y evaluar objetivamente sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. El AMEF puede ser aplicado al producto, al proceso, al sistema o a cualquier otro tipo de falla que genere un efecto negativo.

Para realizar un análisis de modo y efecto de fallas se deben seguir los siguientes pasos:[28]

1. Desarrollar el mapa de procesos.
2. Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso, el producto, etcétera.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.
4. Determinar las fallas potenciales de cada paso, definir los efectos de las fallas y evaluar su nivel de severidad.
5. Indicar las causas de cada Falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
6. Indicar los controles que se tienen para detectar Fallas y evaluarlas.
7. Obtener el número de prioridad para cada Falla y tomar decisiones.
8. Emprender acciones preventivas, correctivas o de mejora.

[28] SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008. Pag 223 – 226.

5.2.12. Mantenimiento

Mantenimiento correctivo: también conocido como Run to Failure (RTF), consiste simplemente en una estrategia de "reparar lo dañado", usualmente tiene asociados bajos niveles de planificación del mantenimiento y excesivos niveles de inventarios de repuestos y mano de obra como forma de resguardar la continuidad de los procesos productivos[29].

Mantenimiento preventivo: su objetivo es reducir la probabilidad de ocurrencia de falla evitando detenciones repentinas en la producción. Esta estrategia posee una gama de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y reemplazo de equipos basadas en el tiempo de operación o la etapa en el ciclo de vida en que se encuentran. Las técnicas de mantenimiento preventivo se enmarcan en el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), siendo las más conocidas el Análisis de Modo de Falla y Elementos Críticos (MAFEC) y otras basadas en Life Cycle Cost (LCC) tales como Time Based Maintenance (TBM) y Time Based Discard (TBD)[30].

Mantenimiento cíclico de mantención: es la forma más básica de realizar mantenimiento preventivo, ya que las intervenciones se ejecutan de 36 manera establecida según fecha (calendario) o según edad (horas de operación), siendo esta última una forma algo más evolucionada que la primera[31].

Mantenimiento basado en condición (CBM) o predictivo: consiste en el control de los activos industriales a través del monitoreo de parámetros representativos del rendimiento o condición de un equipo. Esta estrategia supone la definición de un rango aceptable de operación para cada parámetro observado y el monitoreo de su valor instantáneo o periódico según sea necesario[32].

Mantenimiento mejorativo: se basa en la modificación genética de equipos y de plantas industriales como respuesta a niveles de disponibilidad no convenientes para cumplir de manera más adecuada con los planes maestros de producción, incluso cuando se desarrollan políticas de mantenimiento optimizadas[33].

Mantenimiento productivo total: combina la administración de la calidad total con la perspectiva estratégica del mantenimiento desde el diseño del proceso y el equipo hasta el mantenimiento preventivo. Eso incluye el concepto de reducir la

---

[29] ARATA ANDREANI, FURLANETTO. Adolfo, Luciano. Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento. Santiago de chile: RIL, 2005. p.34.
[30] Ibid., p. 35.
[31] Ibid., p. 35.
[32] Ibid., p. 36.
[33] Ibid., p. 36.

variabilidad mediante la participación del empleado y un excelente mantenimiento de los registros[34].

5.3 Marco conceptual

Como se menciona en el problema, en este trabajo se estudian los reprocesos de las pantalonetas para la empresa O.R.R S.A.S., se entiende como **pantaloneta** a un pantalón corto utilizado para hacer deporte. Se diferencia del pantalón en su longitud; la prenda suele cubrir hasta las rodillas, y no hasta los tobillos. Asimismo, una **talega** para la empresa O.R.R S.A.S. es la pieza utilizada como bolsillo de la pantaloneta, son pequeños cuadriláteros que forman el tejido de una red de hilos.

Se define **maquila** como la opción para que un productor cuente con productos con marca propia elaborados por un tercero. Además, consiste en el ensamblaje manual o unitario de piezas en talleres industriales.

Un **centro de trabajo** es un espacio de la empresa en donde se organizan los recursos productivos y se cumplen las labores. El centro de trabajo puede ser una máquina sola, un grupo de máquinas o una zona en la que se ejecuta cierta clase de trabajo. Estos centros se organizan de acuerdo con su función en una configuración laboral centralizada, por producto en una línea continua de montaje o por celda de tecnología de grupo. (CHASE – JACOBS. 2014).

En el centro de trabajo se realizan algunos procesos como el **presillado,** que es una costura de puntos unidos que se pone en los ojales para que la tela no se abra. Por otro lado, la operación de **fileteado** es la acción de pulir los bordes, es decir, dar acabado a las orillas de las márgenes de costura.

Se entiende por **patinador** a la persona que lleva insumos a los operarios del centro de trabajo, según la jerga utilizada por la empresa O.R.R S.A.S.

Calidad es la búsqueda por hacer las cosas mejor, más rápido y a un menor costo, mediante los tres componentes de una estrategia de calidad: innovación, control y mejora. (GUTIÉRREZ. 2010).

El concepto de **orden de producción** se define como el control individualizado que se lleva a cada pedido o trabajo que se está elaborado, es un sistema que puede utilizar las empresas productoras de bienes o las que se dedican a la prestación de servicios.

Los **productos defectuosos** se refieren a la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, ya que se invirtieron materiales,

[34] HEIZER, RENDER. Jay, Barry. Principios de administración de operaciones. Séptima edición. Naucalpan: Pearson Education de México, 2009. Pág. 679.

tiempo-máquina y, lo más importante, tiempo de una persona para realizar un trabajo que, a fin de cuentas, no sirvió para agregar valor al cliente. (SOCCONINI. 2019).

De la misma manera que un **rechazo** es la condición de un producto por la cual queda impedido su uso por incumplimiento de las especificaciones, producto no conforme.

Según la (ISO 22000:2018), el término **reproceso** lo define como repetición del proceso por pedido incompleto o defectuosidad. Asimismo, el término **requisito** indica la necesidad o expectativa que se indica, generalmente implícita u obligatoria. Por otro lado, se define **lote** como una cantidad definida de un producto producido y/o transformado o envasado esencialmente en las mismas condiciones. Ahora bien, se define **eficiencia** como la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. De igual manera, el término **estandarizar** lo define como eliminar variaciones del proceso al desarrollar procedimientos operativos estandarizados y listas de verificación. Además, la **mejora continua** hace referencia a la doctrina que busca constantemente mejoras en los procesos mediante el esfuerzo de los equipos.

5.4 Marco contextual

5.4.1 Contexto de la empresa

El presente proyecto se realiza en la empresa ORLANDO RENGIFO RODRIGUEZ S.A.S. nació en la ciudad de Tuluá en el año 2009, la cual tiene registrada en la cámara de comercio de Tuluá como actividad económica la “confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel”. Esta empresa da sus primeros pasos en el comercio bajo la modalidad de confección de jeans con el nombre de la marca propia “SOCO JEANS”. Algunos años después y con la misma infraestructura, deciden cambiar el modelo de negocio a prestación de servicios de maquila, donde se encuentran ejerciendo actualmente.

O.R.R S.A.S. desde hace cinco años tiene como cliente principal a la empresa INDUSTRIAS NKI S.A.S. de la ciudad de Cali. La empresa presta los servicios de maquila y se encarga de la producción de diversas referencias de pantalonetas deportivas, para esto deben cumplir con los estándares de calidad propuestos por NKI.

5.4.2 Misión de la empresa

Orlando Rengifo Rodríguez S.A.S. es una organización que tiene por objeto brindar servicios de maquila a empresas del sector de la confección de telas a nivel regional, brindando altos estándares de confiabilidad y cumpliendo con los tiempos de entrega pactados a nuestros clientes, manteniendo la confianza de estos y la buena imagen corporativa, esto gracias a la alta exigencia y trabajo colaborativo que se da gracias a la capacitación constante de nuestros operarios en las diferentes etapas del proceso productivo.

5.4.3 Visión de la empresa

Orlando Rengifo Rodríguez SAS tienen como reto para el año 2024 convertirse en una empresa reconocida en el sector de la confección en la región del Valle del Cauca por producir prendas con altos estándares de calidad, de manera rápida y flexible. Comprometidos con dar solución a los clientes que soliciten el servicio de maquila apoyados en la mejor tecnología y personal capacitado.

5.4.4 Contexto del sector

> En lo referente a la industria textil y de moda en Colombia, la industria "está dominada por cinco compañías integradas y de gran tamaño, con un mercado sofisticado y maduro. Pero además de esto, unas 500 empresas de tamaño mediano y pequeño están también dedicadas a la manufactura textil, dando empleos directos a unos 200.000 trabajadores, así como empleos indirectos a cerca de 600.000 personas, lo que representa más del 13% del total del empleo en el sector de la manufactura.[35]

El viceministro de Desarrollo Empresarial, Saúl Pineda; en una entrevista realizada por *Valoraanalitik* dijo "El sector textil viene creciendo positivamente mes a mes, ya que "en 2017 y principios de 2018 tenía márgenes negativos. El sector confección viene creciendo anualizadamente 3% y en el año corrido 2019, de enero a mayo, viene con un 4,8%".[36]

> Según el presidente de la Cámara Colombiana de la Confección y Afines, "Antioquia pone el 51 % de las exportaciones en textiles y confecciones", seguida por Bogotá, que despacha el 24 %, el Valle del Cauca con el 12 % y Atlántico con el 7%. Para el ejecutivo hay un gran potencial para que esta industria venda al extranjero, y pone

[35] COLOMBIA: Crece importancia de la industria textil. 2019. [Consultado el 1 de abril de 2020]. Disponible en https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2019/09/colombia-crece-importancia-de-la-industria-textil/

[36] VALORA ANALITIK. Crecimiento del sector textil es de 4,8% en 2019; hay más apoyos para empresarios. 2019. Consultado el 1 de abril de 2020. Disponible en https://www.valoraanalitik.com/2019/07/23/crecimiento-del-sector-textil-es-de-4-8-en-2019-hay-mas-apoyos-para-empresarios/

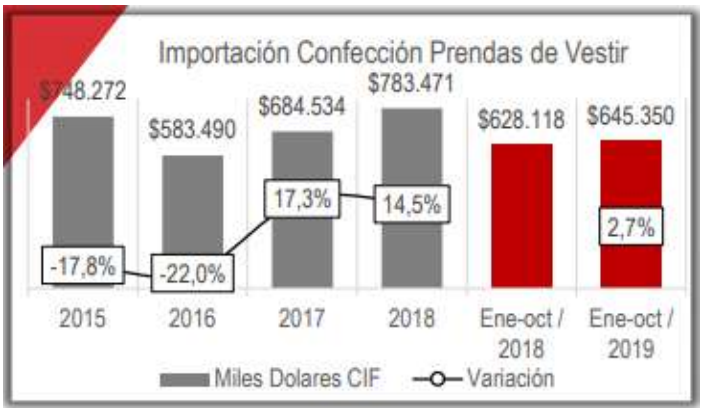
como ejemplo que sólo Latinoamérica da acceso a 650 millones de personas, lo que se suma al mercado norteamericano, con más de 300 millones de habitantes".[37]

Las exportaciones tuvieron un crecimiento durante el periodo de enero – octubre de 2019, dado por los acuerdos comerciales y el precio del dólar (ver Figura 3). Las importaciones crecieron en 2.7% para el periodo comprendido entre enero – octubre de 2019 con respecto al mismo periodo del año 2018, lo cual corrobora el aumento del contrabando en Colombia, que ha afectado fuertemente a esta industria (Ver Figura 4)

Figura 3. Exportaciones del sector confección.

Fuente: INEXMODA. Informe sistema de moda. 2019

Figura 4. Importaciones del sector confección.



Fuente: INEXMODA. Informe sistema de moda. 2019

---

[37] VARGAS RIAÑO, Diego Andrés. Confecciones: el país está importando en alto nivel. 2019. Consultado en 1 de abril de 2020. Disponible en https://www.elcolombiano.com/negocios/economia/confecciones-el-pais-esta-importando-en-alto-nivel-EO11975652

5.5 Marco legal

Los siguientes numerales corresponden a las leyes, decretos y resoluciones que rigen al sector de las confecciones y el sector textil, organizados de acuerdo con la jerarquía de la ley colombiana por la pirámide de Hans Kelsen:

- **Ley 9 de 1979:** Ley marco de la Salud Ocupacional en Colombia.
- **Ley 1480 de 2011:** Por medio de la cual se expide el Estatuto del Consumidor y se dictan otras disposiciones.
- **Ley 1607 de 2012:** Por la cual se inscribe en el registro sindical la organización sindical denominada asociación de trabajadores de la industria textil y del vestido de Colombia.
- **Ley 1581 de 2012:** Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.
- **Decreto 0731 de 2012:** Por el cual se establece el procedimiento para la adopción de medidas de salvaguardia textil en el marco de los acuerdos comerciales internacionales vigentes para Colombia.
- **Decreto 1377 de 2013:** por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012.
- **Decreto 1072 de 2015:** Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- **Decreto 1351 de 2016:** Por el cual se adiciona un capítulo al Libro 2, Parte 2, Título 3, del Decreto 1074 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución 2400 de 1979:** Conocida como el "Estatuto General de Seguridad".
- **Resolución 0312 de 2019:** Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

6. METODOLOGÍA A IMPLEMENTAR

6.1. Tipo de investigación

Esta investigación es una investigación exploratoria y descriptiva, se origina con base en las necesidades que tiene la empresa de mejorar la calidad de sus productos para atender a la solución de un problema e incrementar la productividad en sus procesos, es por ello que se realiza un diagnóstico para identificar los procesos y variables que influyen para la construcción del plan de mejoramiento.

Es una investigación exploratoria debido a que "los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados".[38]

Es una investigación descriptiva debido a que se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.[39] También se considera que es una investigación de tipo no experimental por no manipular las variables, ya que solamente serán observadas y descritas.

6.2. Metodología de investigación

Observacional: La investigación observacional consiste en registrar el comportamiento en el entorno habitual del sujeto. Características: a) definición precisa de las condiciones de observación, b) sistematización y objetividad y, c) rigor en el procedimiento de registro del comportamiento. Los métodos observacionales pueden ser con intervención o sin intervención. La observación sin intervención tiene por finalidad observar el comportamiento tal como ocurre de forma natural, y en ella el observador se limita a registrar lo que observa, sin manipular ni controlar.[40]

Encuestas: La investigación con encuestas se caracteriza por utilizar cuestionarios para registrar las respuestas de los sujetos. La finalidad más

[38] HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación, Sexta edición. México D.F. McGRAW-HILL, 2014. p. 91
[39] Ibid., p. 92
[40] Estadística descriptiva. La investigación. Consultado el: 05 de abril del 2020. Disponible en: https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/index.html

habitual de la investigación con encuestas es la descripción de pensamientos, opiniones y sentimientos. [41]

6.3. Procedimientos para recolección, análisis y sistematización de información.

Información primaria: Es aquella que el investigador recoge directamente a través de un contacto inmediato con su objeto de análisis.[42] Se realizará por medio de un trabajo de campo, que permitirá alcanzar especialmente el objetivo de diagnóstico interno de la empresa, donde mucha se obtendrá a partir de entrevistas y encuestas a los miembros de la empresa ORR S.A.S. y visitas a la empresa.

Información secundaria: Es aquella que el investigador recoge a partir de investigaciones ya hechas por otros investigadores con propósitos diferentes. La información secundaria existe antes de que el investigador plantee su hipótesis, y por lo general, nunca se entra en contacto directo con el objeto de estudio.[43] Las fuentes secundarias a utilizar son los libros disponibles en internet y la biblioteca de una UCEVA, bases de datos, resultados de estudios e investigaciones, trabajos de grados o tesis realizadas en universidades, la Norma Técnica Colombiana NTC 1486 u otros trabajos de investigación.

6.4. Actividades y resultados relacionados en el desarrollo del proyecto

En la Tabla 2, se relaciona para cada objetivo, la actividad que estará asociada para alcanzarlo, el instrumento que se empleará y el producto a obtener.

[41] Estadística descriptiva. La investigación. Consultado el: 05 de abril del 2020. Disponible en: https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/index.html

[42] GALLARDO, MORENO, Yolanda, Adonay. Serie: APRENDER A INVESTIGAR. Módulo 3: RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN. Tercera edición. Santafé de Bogotá, D.C. ICFES. 1999. p. 28

[43] Ibíd., p. 28

Tabla 2. Actividades y resultados relacionados con el proyecto.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO	PRODUCTO A OBTENER
Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de ropa deportiva en una empresa de maquila, identificando las principales causas de los reprocesos.	Recolección de información sobre los procesos y tiempos requeridos para la producción de las prendas.	Estudio de métodos y tiempo	Cursograma sinóptico
			Cursograma analítico
			Diagrama de recorrido
	Identificar los problemas que afecten el sistema productivo de las prendas.	Formato de reprocesos	Causas y efectos que originan los problemas en la confección de prendas.
		Diagrama de Pareto	
		Diagrama causa y efecto	
		SIPOC	
Identificar las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing que se ajusten a las condiciones del problema.	Seleccionar las herramientas lean que se ajusten a lo requerido por la empresa.	Proceso de Análisis Jerárquico (Matriz AHP)	Análisis multicriterio con el resultado de las herramientas que se adaptan con los criterios definidos para el proyecto.
Diseñar las mejoras en el proceso de maquila de ropa deportiva, utilizando las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing.	Realizar la redistribución de la planta.	Diagrama de recorrido propuesto	Propuestas de proceso de producción de prendas con mejoras.
	Rediseñar el proceso de confección de prendas.	Poka-Yoke	
		SMED	
		Jidoka	
	Realizar un plan general de implementación de herramientas Lean de carácter correctivo y preventivo enfocadas en el proceso de confección de prendas.	Análisis de Modos y Efectos de Fallos (AMEF)	Procedimientos, protocolos, instructivos y formatos de acuerdo a las propuestas de mejora en el proceso productivo.
Realizar un análisis de costo/beneficio para la evaluación del plan de mejora propuesto para la solución del problema.	Realizar un análisis de costo/beneficio.	Análisis de sensibilidad y riesgos.	Valoración de costos y beneficios del proyecto.

Fuente: Autores

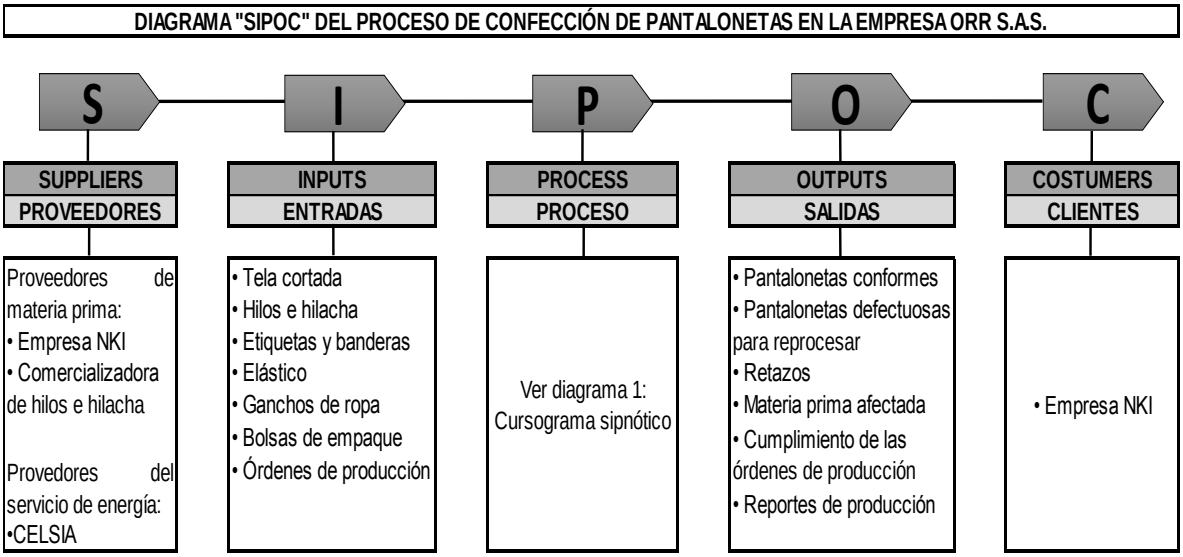
7. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

El trabajo se comenzó realizando visitas de campo en las instalaciones de la empresa ORR S.A.S. para identificar el proceso productivo, conocer características e indagar sobre la problemática a tratar.

7.1. Diagrama SIPOC de la confección de las pantalonetas

Para iniciar conociendo cuáles son los agentes involucrados en el proceso de confección de las pantalonetas, se realiza el diagrama SIPOC el cual está plasmado en la Figura 5 que permitió observar los elementos claves del proceso de tal forma que se convierta en una manera fácil de entender la operación de la empresa ORR S.A.S.

Figura 5. Diagrama SIPOC de la confección de las pantalonetas.



Fuente: Autores

Actualmente, la empresa puede ofrecer únicamente el servicio de maquila para la empresa NKI, la cual se convierte en su único proveedor y cliente como se observa en la Figura 5.

7.2. Descripción analítica del proceso de confección de pantalonetas

La elaboración de las pantalonetas de marca NKI comienza cuando se transporta la mercancía desde la ciudad de Cali hasta las instalaciones de la empresa ORR S.A.S. ubicada en la ciudad de Tuluá. Una vez llega la materia prima, esta es ubicada en el lugar de almacenamiento, el proceso de confección inicia cuando se

lleva tela previamente cortada hacía una mesa donde es inspeccionada y separada por tipo de pieza y color.

Debido a que es un taller, las piezas se están confeccionando simultáneamente, es decir, se prepara el resorte el cual es medido y cortado de acuerdo con la talla de la pantaloneta, para luego ser cosido en los extremos; también se elabora la calzoneta, pieza en la cual se unen las dos mallas y posteriormente se realiza el bordado de toda la malla. Por otro lado, se están realizando los bolsillos delanteros, operación que consiste en pegar el palo y juntarlo con la tapa, mientras que la operación para el bolsillo trasero consiste en realizar un dobladillo a la parte superior de la tapa y coserlo junto con el velcro, luego se terminan de coser todas las esquinas del velcro para finalizar.

Una vez están listas estas partes de la pantaloneta se comienzan a unir, inicialmente se unen las dos piezas delanteras de la pantaloneta y las dos piezas traseras de la pantaloneta, lo que es conocido como cerrar tiros; una vez se cierran los tiros, se unen los bolsillos delanteros a la parte delantera, luego se realiza el figurado, que es el dobladillo o perfilado del borde; la presilla que consiste en un bordado en las esquinas de los bolsillos. Asimismo, se une el bolsillo trasero con la parte trasera de la pantaloneta y se cose el velcro con la bandera a la parte trasera de la pantaloneta. Una vez listas las partes traseras y delanteras se realiza el cierre de los costados, en seguida se pasa a realizar el tiro, es decir cerrar la entre pierna, se hace el ruedo a la parte inferior de la pantaloneta, se hace el ojal en la parte delantera de la pantaloneta, se cose el resorte junto con la etiqueta y la calzoneta a la pantaloneta, luego se hace la pretina para posteriormente sacar el cordón, donde es cortado y quemado en su punta. Finalmente, se hacen las respectivas presillas o refuerzos a la parte superior y al tiro de la pantaloneta.

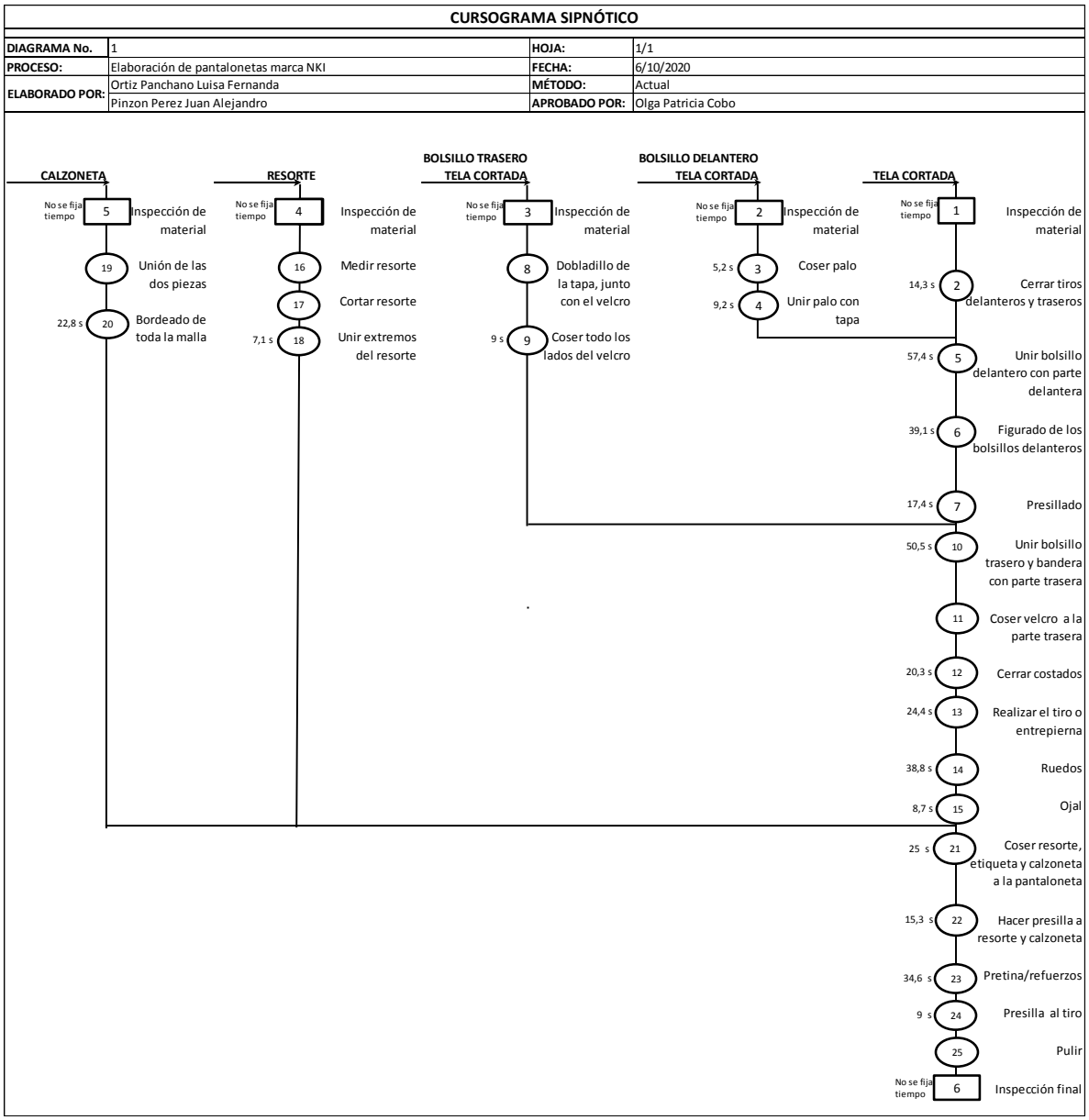
Una vez terminada la pantaloneta, se lleva a la zona donde se inspecciona y se pule el producto final, para posteriormente etiquetarse, empacarse y almacenarse.

7.3. Diagrama sinóptico de la confección de las pantalonetas

Una vez realizada la descripción analítica, se obtiene la información necesaria para elaborar el diagrama sinóptico (ver Figura 6), el cual permite identificar las operaciones que aportan valor al producto y las diferentes líneas que conforman el proceso, en el cual se puede observar la línea principal, donde se elabora la mayor parte del proceso de confección de las pantalonetas.

La metodología usada para elaborar todos los diagramas que demuestran el proceso productivo de la empresa ORR S.A.S., es adoptada del libro de Introducción al Estudio del Trabajo de la Oficina Internacional del Trabajo, aprendida en el transcurso de la carrera.

Figura 6. Cursograma sinóptico de la confección de las pantalonetas



Fuente: Autores

El tener las operaciones del proceso identificadas, lleva a realizar en la metodología los cursogramas analíticos de cada línea del diagrama sinóptico, en donde se pueden observar los transportes, esperas, inspecciones y almacenamientos que se realizan en todo el proceso productivo, cabe resaltar que no se anotan los tiempos y distancias ya que estos son plasmados en el estudio de tiempos y en el diagrama de recorrido que se observan posteriormente.

7.4. Cursograma analítico de la confección de las pantalonetas

En la Figura 7 se muestra el cursograma analítico de la pantaloneta. En los anexos A, B, C y D, se muestra el cursograma analítico de la calzoneta, resorte, bolsillo trasero y bolsillo delantero, respectivamente.

Figura 7. Cursograma analítico de la pantaloneta.

CURSOGRAMA ANALÍTICO

~~Operario~~ / Material / ~~Equipo~~

Diagrama Nº 6 **Hoja Nº** 1/2

Producto: Pantalonetas marca NKI

Actividad: Desde que se recibe la materia prima hasta que es almacenada la pantaloneta.

Método: actual / ~~propuesto~~

Lugar: Instalaciones de la empresa ORR S.A.S.

Operario (s): trabajadores de la empresa ORR S.A.S.

Realizado por: Ortiz Panchano Luisa Fernanda; Pinzon Perez Juan Alejandro

Aprobado por: Olga Patricia Cobo **Fecha:** 07/10/2020

Resumen

Actividad	Actual	Propuesto	Economía
Operación	23		
Transporte	14		
Espera	10		
Inspección	2		
Almacenamiento	10		
Distancia (mts.)	68,1		
Tiempo (seg.-hom.)	354,8		
Costo Mano de obra Material			
TOTAL			

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Actividad	OBSERVACIONES
Es llevada la tela a la mesa de separar		19			
Son inspeccionadas					
Son llevadas a la estación de trabajo		6			
Son separadas las dos piezas					Se separa porque se llevan en paquetes, por lo tanto se seleccionan las dos piezas a coser
Son cosidas las dos piezas en el tiro			14,3		Se cierra el tiro, ya sea de la parte delantera o trasera
Es almacenada la pieza en la caja					
Espera ser recogida por el operario					
Son llevados a la máquina de coser los bolsillos delanteros y las partes delanteras		1			
Son separados los dos bolsillos y la parte delantera					
Son cortados los extremos de los bolsillos					
Son cosidos los bolsillos delanteros en la parte delantera			57,4		
Es almacenada la parte delantera de la pantaloneta en la caja					
Espera ser recogida por el operario					
Es llevado al figurado		1,8			
Son figurados los bordes del bolsillo			39,1		
Es almacenado la parte delantera en la caja					
Espera ser recogida por el operario					
Es llevado a la presilladora		6			
Son presilladas las puntas de los bolsillos delanteros			17,4		
Es almacenada la parte delantera de la pantaloneta en la caja					
Espera ser recogida por el operario					
Es llevada la parte trasera y el bolsillo trasero a la máquina		2,5			
Es cosido el bolsillo y la bandera a la parte trasera			50,5		
Es cosido el adhesivo del velcro					
Es almacenada la parte trasera en la caja					
Espera ser recogida por el operario					
Es llevada las partes delanteras a la maquina de coser		5,5			
Es llevada las partes traseras a la maquina de coser		2,5			
Son separadas las dos piezas a coser					
Son cosidos los costados			20,3		
Es almacenada la pieza en la caja					

Figura 7. (Continuación)

CURSOGRAMA ANALÍTICO				~~Operario~~ / Material / ~~Equipo~~				
Diagrama Nº 6		**Hoja Nº 2/2**		Resumen				
Producto: Pantalonetas marca NKI				Actividad		Actual	Propuesto	Economía
				Operación	●	**23**		
				Transporte	➡	**14**		
Actividad: Desde que se recibe la materia prima hasta que es almacenada la pantaloneta**.**				Espera	D	**10**		
				Inspección	■	**2**		
Método: actual / ~~propuesto~~				Almacenamiento	▼	**10**		
				Distancia (mts.)		**68,1**		
Lugar: Instalaciones de la empresa ORR S.A.S.				Tiempo (seg.-hom.)		**354,8**		
Operario (s): trabajadores de la empresa ORR S.A.S.				Costo Mano de obra Material				
Realizado por:	Ortiz Panchano Luisa Fernanda							
	Pinzon Perez Juan Alejandro							
Aprobado por: Olga Patricia Cobo	**Fecha:** 07/10/2020			**TOTAL**				

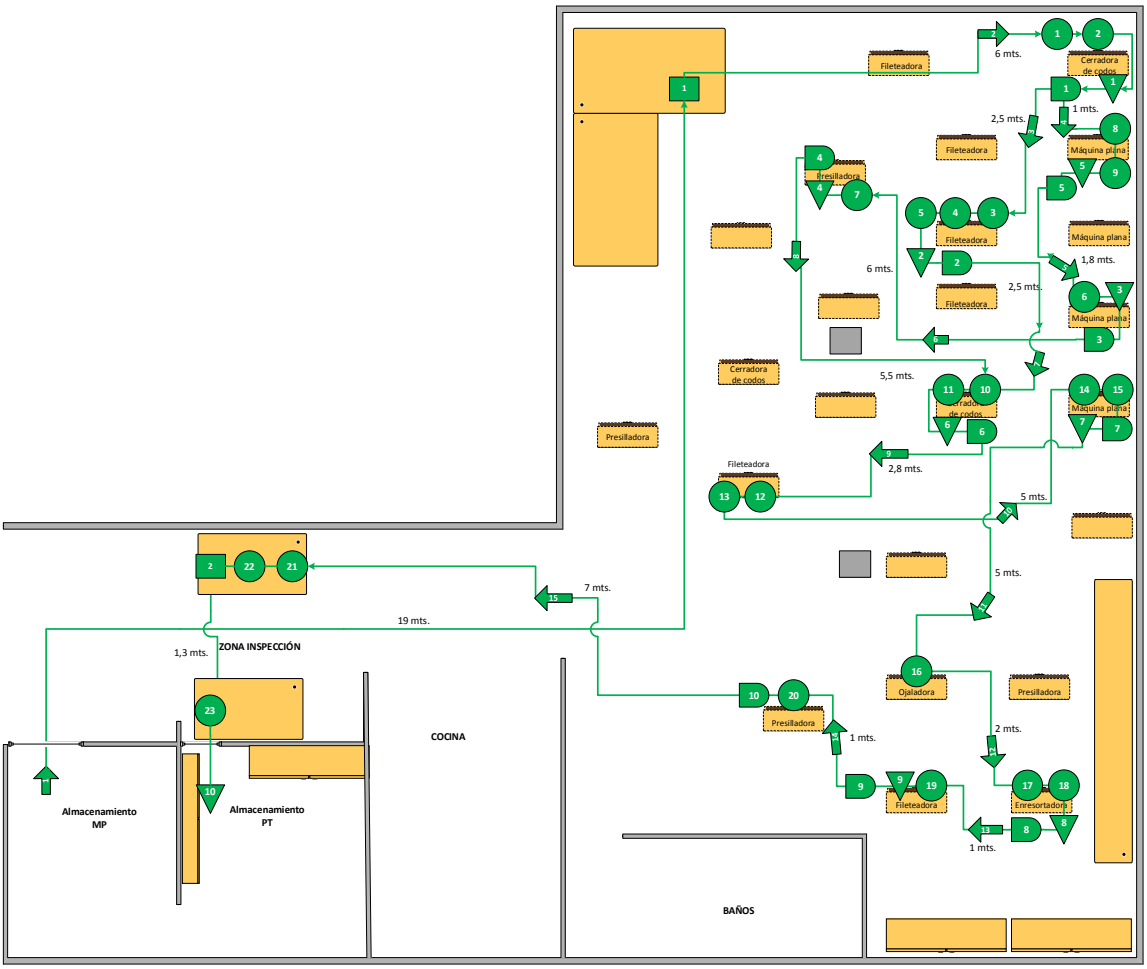
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Actividad ●	➡	D	■	▼	OBSERVACIONES
Espera a ser recogida por el operario						●			
Es llevada la pieza a la máquina de coser		2,8			●				
Son separadas				●					
Es cosida la entrepierna			24,4	●					
Es llevada la pieza a la siguiente estación		5			●				
Es separada				●					
Es realizado el figurado de la pantaloneta			38,8	●					
Es almacenada la pieza en la caja								●	
Espera a ser recogida por el operario						●			
Es llevada a la siguiente estación		5			●				
Es cortado el ojal en la parte delantera de la pantaloneta			8,7	●					
Es llevada la calzoneta y la pieza a la mesa		2			●				
Es cosida la pantaloneta, calzoneta, resorte y etiqueta			25	●					
Presillado del resorte y la calzoneta			15,3	●					
Es almacenada la pantaloneta en la caja								●	
Espera ser recogida por el operario						●			
Es llevado a la estación		1			●				
Es cosida en la parte superior para realizar refuerzo/pretina			34,6	●					
Es almacenada la pantaloneta en la caja								●	
Espera a ser recogida por el operario						●			
Es llevada a la presilladora		1			●				
Es presillado el tiro de la pantaloneta			9	●					
Espera a ser recogida por el operario						●			
Es llevada al área de pulido		7			●				
Es pulida la pantaloneta				●					
Es etiquetada la pantaloneta				●					
Es inspeccionada							●		
Es empacada				●					
Es almacenada								●	
TOTAL		**68,1**	**354,8**	**23**	**14**	**10**	**2**	**10**	

Fuente: Autores

7.5. Diagramas de recorrido de la confección de las pantalonetas

Actualmente, el recorrido que se realiza en la empresa se ve reflejado en el plano que se realiza de la empresa ORR S.A.S. En la Figura 8 se refleja la línea principal, demuestra la trayectoria que están realizando las pantalonetas, para pasar por los distintos procesos que la componen y que los desplazamientos que se está realizando hasta llegar a su etapa final de confección. En los anexos E, F, G y H, se evidencian los diagramas de recorrido de la calzoneta, resorte, bolsillo trasero y bolsillo delantero, respectivamente.

Figura 8. Diagrama de recorrido de la pantaloneta.



Fuente: Autores

La empresa en sus diferentes estaciones de trabajo cuenta con 6 tipos de máquinas para realizar la confección de las pantalonetas, en la Tabla 3 se detalla la cantidad de máquinas que se encuentran en uso, desocupadas y el total disponibles en la empresa ORR S.A.S.

Tabla 3. Detalle máquinas disponibles.

Detalle de máquinas disponibles			
Descripción	**Cant. en uso**	**Cant. desocupadas**	**Total**
Fileteadora	4	2	**6**
Cerradora de codos	2	1	**3**
Máquina plana	4	1	**5**
Presilladora	2	1	**3**
Ojaladora	1	0	**1**
Resortadora	1	0	**1**
Total	**14**	**5**	**19**

Fuente: Autores

7.6. Estudio de tiempos

Se realizó un estudio de tiempos en la empresa, para saber el tiempo que se requiere para elaborar una pantaloneta, donde se midió con la ayuda del cronómetro la duración de cada operación del proceso productivo.

Para el estudio, se realizó la toma de tiempos de todas las operaciones necesarias para la confección de la familia de pantalonetas. La toma de tiempos inició el día 17 agosto del 2020 a las 9:00 a.m. y finalizó el día 27 de septiembre del 2020. El tamaño de muestra se calculó basado en la Ecuación 1. y se puede observar en el anexo I. Esta asegura un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error de ±5%.

Ecuación 1. Cálculo para el tamaño de la muestra

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' * \sum X^2 - \sum (x)^2}}{\sum x}\right)^2$$

$n = tamaño\ de\ la\ muestra$
$n' = número\ de\ observaciones\ del\ estudio\ preliminar$
$x = valor\ de\ las\ observaciones$

Debido al tamaño de la empresa, en solo 3 de las 16 actividades se logró seleccionar al operario promedio que realiza la actividad en el puesto de trabajo. La toma de tiempos se realizó bajo la metodología del cronómetro vuelta a cero.

Inicialmente, se observaron 10 ciclos de producción y 16 actividades, en el cual se tomó el tiempo promedio por ciclo para establecer cada valor. Después, con la información obtenida de los 10 ciclos, se calculó el tamaño de muestra para tomar el número de ciclos adicionales para tener mayor confiabilidad de los datos que

serán utilizados posteriormente. Se estableció que cada ciclo tenía como duración 30 minutos y que fuera tiempo de producción ininterrumpido. En la inclusión de suplementos para el cálculo de tiempo estándar se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

Tabla 4. Suplementos para cálculo de tiempo estándar.

Suplementos Constantes:	
Suplemento personal	5%
Suplemento por fatiga básica	4%
Suplementos Variables:	
Suplemento por estar de pie	2%
Suplemento por posición anormal (Incomoda agachado)	2%
Atención requerida: (Trabajo fino o preciso)	2%
Total	**15%**

Fuente: Autores

A continuación, se demuestran los resultados del estudio en la Tabla 5:

Tabla 5. Resumen estudio de tiempos.

N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	Tiempo Observado	Tiempo Basico	SUPL %	Tiempo Estandar	Homologo	U/M	U/H	Unidad de medida
1	Hacer presilla a los bolsillos	15,158	15,158	1,15	17,4	17,4	3,44	206,52	und
2	Hacer bolsillo trasero con adhesivo	7,867	7,867	1,15	9,0	9,0	6,63	397,92	und
3	Hacer bolsillos delanteros	7,977	7,977	1,15	9,2	4,6	13,08	784,87	und
4	Repizar bolsillos delanteros	42,452	33,961	1,15	39,1	39,1	1,54	92,18	und
5	Pegar las dos partes delanteras	12,415	12,415	1,15	14,3	7,1	8,41	504,30	und
6	Pegar bolsillo trasero a parte trasera (incluye banderín y velcro)	43,930	43,930	1,15	50,5	25,3	2,38	142,52	und
7	Unión de calzoneta y resorte	19,799	21,779	1,15	25,0	25,0	2,40	143,74	und
8	Cerrar resorte	6,870	6,183	1,15	7,1	7,1	8,44	506,31	und
9	Hacer presilla a resorte y calzoneta	13,293	13,293	1,15	15,3	15,3	3,92	235,50	und
10	Hacer ruedo	37,507	33,757	1,15	38,8	38,8	1,55	92,74	und
11	Hacer ojal	7,525	7,525	1,15	8,7	8,7	6,93	416,01	und
12	Hacer palos	4,523	4,523	1,15	5,2	5,2	11,53	692,07	und
13	Pretina	28,626	30,058	1,15	34,6	34,6	1,74	104,15	und
14	Asentar bolsillo delantero	49,894	49,894	1,15	57,4	28,7	2,09	125,48	und
15	Hacer tiro	21,209	21,209	1,15	24,4	24,4	2,46	147,60	und
16	Hacer calzoneta	19,816	19,816	1,15	22,8	22,8	2,63	157,97	und
17	Cerrar costados	19,611	17,650	1,15	20,3	20,3	2,96	177,36	und
18	Presilla tiro	7,830	7,830	1,15	9,00	4,5	13,33	799,60	und

Fuente: Autores

Se obtuvo como resultado el tiempo que tarda cada operación del proceso para la confección de las pantalonetas, en este caso la productividad es de 9,14 pantalonetas por hora, lo que es lo mismo que 6,56 minutos por pantaloneta, esto para el caso en que las operaciones no se realizaran en serie. En este ejercicio se encuentra que la operación que más tarda es asentar el bolsillo delantero y la que menos tarda es hacer los palos para el bolsillo delantero. Algunos de estos tiempos se vieron afectados por la velocidad y experiencia que tenía el trabajador que estaba realizando la operación en el momento de la recolección de los datos.

Por lo anterior, es preciso mencionar que la empresa adopta técnicas como disponer de varias estaciones de trabajo dedicadas a realizar las operaciones que requieren mayor tiempo, en cambio, como un trabajador está entrenado para realizar varias operaciones, una vez finalice las operaciones que requieren menor tiempo pasa a seguir trabajando operaciones que estén acumuladas por su tiempo de operación mayor.

7.7. Value Stream Mapping

Para entender el funcionamiento de la empresa por medio del *Value Stream Mapping*, se debe identificar el flujo de materiales y la información entre las partes que componen este mapeo. Actualmente, la empresa cuenta con una cliente que al igual hace el papel de proveedor, y un proveedor externo para suplir algunos insumos, estos tienen comunicación por vía telefónica y correo electrónico para realizar sus pedidos o comunicar sobre el estado del proceso.

Los pedidos se realizan con anticipación de una semana, sin embargo, no se puede iniciar el proceso hasta que llegue la materia prima el martes, debido a que este día es el pactado para la entrega de materia prima por parte de NKI y la entrega de producto terminado por parte de O.R.R S.A.S. La empresa NKI entrega la tela cortada y contada para confeccionar las cantidades demandadas.

El proceso de confección para las familias de productos que maneja la empresa O.R.R S.A.S es similar, para este caso la familia de productos seleccionada para la realización del VSM es la de pantalonetas, debido a que el estudio de disminución de los reprocesos está basado en esta familia, pero actualmente la empresa también confecciona sudaderas, las cuales no estarán contempladas en el estudio de la cadena de valor. El proceso de confección de las pantalonetas es el mismo para cualquier referencia, por este motivo se habla de pantalonetas y no de referencias específicas.

Para la realización del VSM se hará con los principales procesos (Clasificación, confección, inspección y empaque, y despacho), para cada proceso se recolectó la información que se encuentra a continuación:

Requerimientos de cliente:

- Tipo de prenda: pantaloneta
- Cantidad demanda: 4.000 unidades
- Periodo de la demanda: semanal

El cliente solicita la confección de diferentes referencias de pantaloneta, sin embargo, al ser el proceso el mismo para cualquier referencia la empresa NKI solamente tiene en cuenta la cantidad solicitada e internamente hace la programación de las referencias para toda la semana a partir del día que llega la materia prima desde la ciudad de Cali. No se tiene muy en cuenta la programación antes de recibir el pedido debido a que los cambios de formato (cambio de una referencia a otra) no representan mucho tiempo. Por otro lado, el cliente tiene pactado con la empresa O.R.R S.A.S que para aprovechar el viaje de Tuluá hasta Cali le entrega la materia prima todos los martes y asimismo recibe el producto terminado el mismo martes.

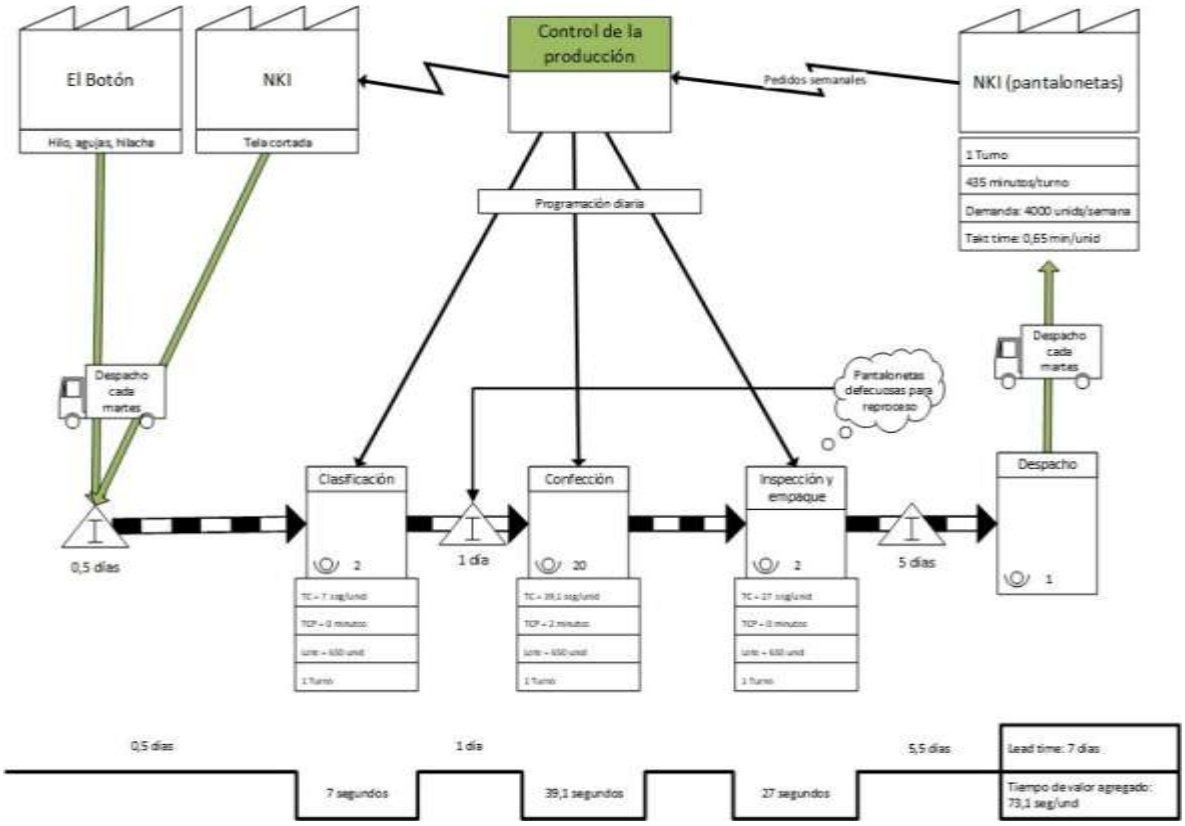
Jornada laboral: La empresa O.R.R S.A.S. tiene una jornada laboral de un turno de ocho horas, iniciando a las siete de la mañana y finalizando a las tres de la tarde desde el lunes hasta el sábado. Este periodo tiene incluido un tiempo de 15 minutos para el desayuno y 30 minutos para el almuerzo.

Clasificación: el proveedor envía la tela cortada y contada en cajas de cartón, la empresa O.R.R S.A.S debe realizar la respectiva clasificación para que posteriormente la tela sea confeccionada. La clasificación consiste en separar las dos partes delanteras y dos partes traseras por color y talla, esta actividad es realizada por dos personas de manera simultánea. Algunas veces se dificulta la clasificación debido a que algunos colores son muy parecidos, por lo que los operarios la mayoría de las veces toman la decisión de clasificación de acuerdo con su experiencia y a lo que observan. Sin embargo, se han presentado prendas para ser reprocesadas por combinar dos colores diferentes en una pantaloneta.

Confección: se encarga de realizar todas las operaciones necesarias para la confección de una pantaloneta, este proceso cuenta con 20 personas encargadas en diferentes actividades.

Inspección y empaque: esta operación es la encargada de revisar las pantalonetas que ya han sido confeccionadas en su totalidad, los operarios revisan cada pantaloneta y revisan las partes donde se presentan defectos frecuentemente. Una vez inspeccionadas proceden a etiquetarla y empacarla en una caja de cartón para posteriormente despacharla a la ciudad del cliente.

Figura 9. Value Stream Map Actual.



Fuentes: Autores

7.8. Reprocesos del sistema productivo de la confección de las pantalonetas

Debido a que el trabajo se centra en Realizar un plan de mejora que permita disminuir los reprocesos en una empresa de maquila de ropa deportiva de la ciudad de Tuluá-Valle, por medio de la aplicación de la filosofía *Lean Manufacturing*, la siguiente etapa consistió en realizar un muestreo con una duración de 4 semanas, desde el 31 de agosto hasta el 25 de septiembre, para saber la cantidad de unidades reprocesadas que se presentaban en los diferentes procesos debido a diferentes causas, esto permite observar cuales son los procesos donde se presentan los mayores problemas. El muestreo se obtuvo con la ayuda de un formato el cual fue diseñado por los autores y que se puede ver en el anexo K, el cual fue diligenciado por el operario encargado de inspección de calidad y que además realizaba el conteo las unidades defectuosas al final de cada turno; de acuerdo con el muestreo se obtuvo información de las prendas para reproceso, la cual se evidencia en la Tabla 6.

Tabla 6. Unidades reprocesadas.

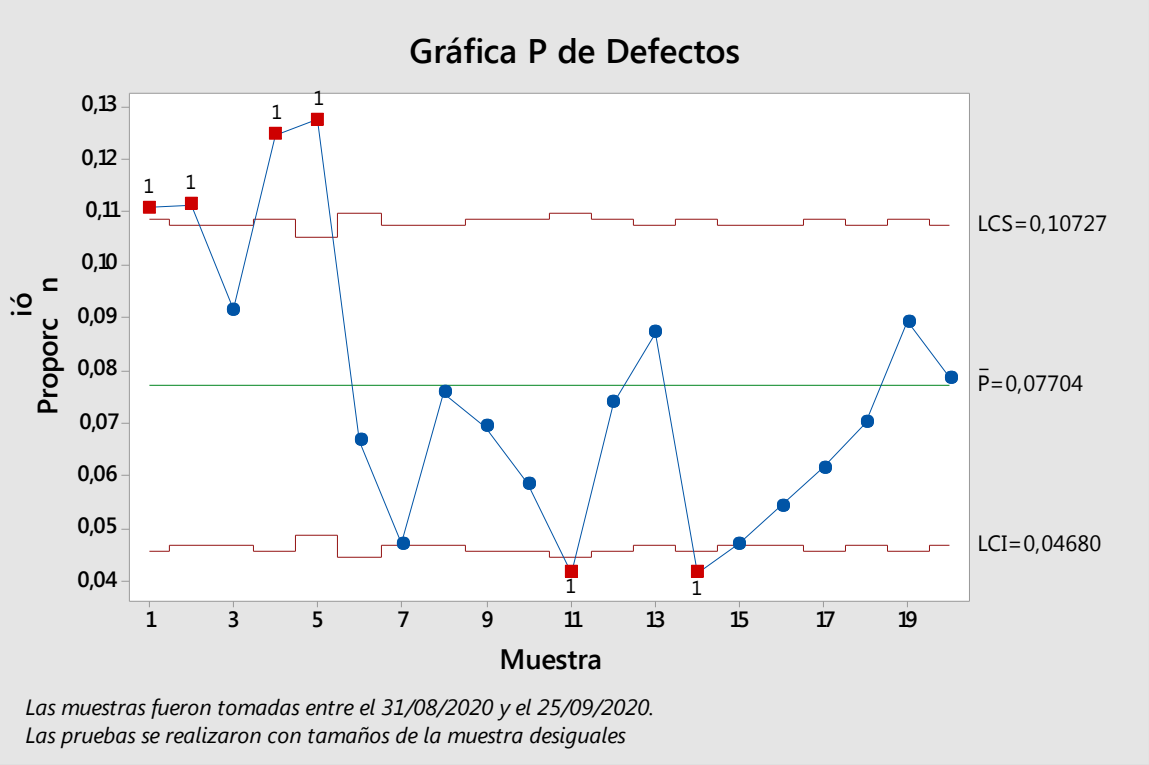
Semana	Semana 1					Semana 2				
Tamaño del lote	650	700	700	650	800	600	700	700	650	650
Día	**31/08/2020**	**1/09/2020**	**2/09/2020**	**3/09/2020**	**4/09/2020**	**7/09/2020**	**8/09/2020**	**9/09/2020**	**10/09/2020**	**11/09/2020**
Resorte	10	4	5	10	9	5	5	5	7	6
Ruedo	19	15	8	0	15	5	9	4	8	7
Tiro	1	0	2	4	6	2	0	6	5	2
Pegar calzoneta	5	0	9	2	9	7	2	6	0	4
Bolsillo delantero	18	20	14	20	37	3	3	6	4	1
Bolsillo trasero	3	4	4	6	2	3	4	0	4	6
Costado	0	7	0	5	3	4	1	5	2	3
Presilla	16	5	12	23	8	11	5	7	6	9
Sucias lavar	0	23	10	11	13	0	4	14	9	0
Total unidades defectuosas	**72**	**78**	**64**	**81**	**102**	**40**	**33**	**53**	**45**	**38**
Semana	**Semana 3**					**Semana 4**				
Tamaño del lote	600	650	700	650	700	700	650	700	650	700
Día	**14/09/2020**	**15/09/2020**	**16/09/2020**	**17/09/2020**	**18/09/2020**	**21/09/2020**	**22/09/2020**	**23/09/2020**	**24/09/2020**	**25/09/2020**
Resorte	5	8	13	8	10	8	10	9	12	13
Ruedo	3	6	8	3	8	4	4	5	7	9
Tiro	1	3	4	3	4	6	1	4	5	3
Pegar calzoneta	1	9	6	0	1	0	4	6	10	8
Bolsillo delantero	2	4	3	2	2	3	5	6	4	1
Bolsillo trasero	0	3	2	4	5	4	3	3	7	5
Costado	1	3	4	4	3	7	4	2	3	6
Presilla	2	12	6	3	0	2	3	4	6	4
Sucias lavar	10	0	15	0	0	4	6	10	4	6
Total unidades defectuosas	**25**	**48**	**61**	**27**	**33**	**38**	**40**	**49**	**58**	**55**

Fuente: Autores

Con la información anterior se realiza un gráfico de control como se muestra en la Figura 10 con la herramienta de calidad “Carta P”, con el fin de observar cual es el comportamiento de las unidades que salen defectuosas del proceso y conocer la proporción de acuerdo con tamaño del lote de lo que se confecciona diariamente.

La Figura 10 permite observar que los defectos en la empresa tienen mucha variación diariamente y que en las muestras que se recolectaron hay 6 puntos por fuera de los límites de control que sugieren las “cartas P”. Por esta razón se incrementa la importancia de diseñar un plan para disminuír los reprocesos y estabilizar el proceso de confección de pantalonetas.

Figura 10. Grafica P de defectos.

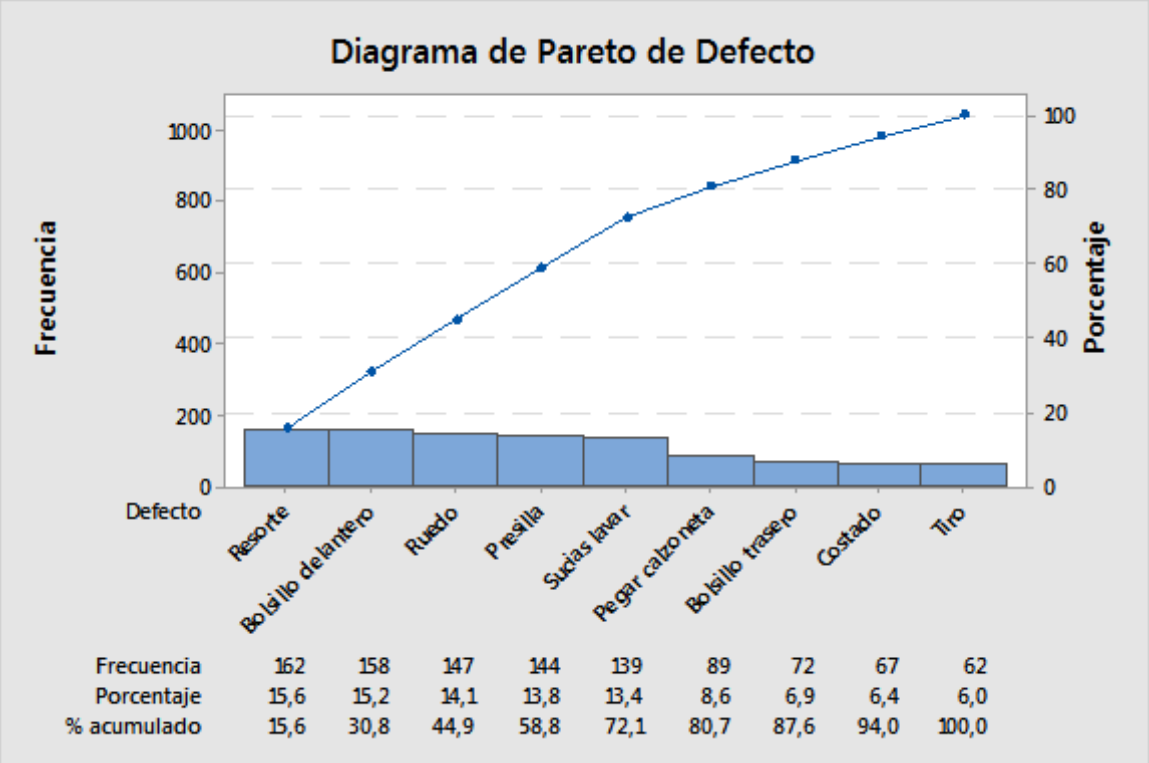


Fuente: Autores

7.9. Diagrama de Pareto

Con la información anterior, se realiza el diagrama de Pareto el cual permitió observar en que procesos se concentra el problema de unidades reprocesadas, el resultado demuestra que el principal contribuyente de prendas defectuosas se encuentra en la operaciones asociadas al resorte seguidamente del bolsillo delantero, aunque los orígenes de los reprocesos se debe a una proporción equivalente a la mayoría de las operaciones, el estudio se centra en evaluar las causas que del 80%, es decir, hasta la operación de pegar calzoneta, lo que indica que se debe trabajar ellas para lograr mejoras en la producción (Ver *Figura 11. Diagrama de Pareto de las unidades reprocesadas.*).

Figura 11. Diagrama de Pareto de las unidades reprocesadas.



Fuente: Autores

7.10. Diagrama causa y efecto

Una vez identificadas las operaciones en las cuales se presentan los reprocesos, se procedió a realizar entrevistas al personal administrativo y de supervisión, por medio de grabaciones, para saber cuáles son las causas que originan que se presenten reprocesos en dichas operaciones.

Básicamente en todos los procesos se presentan los problemas por las mismas causas, dado que se trabajan con máquinas similares y como es una empresa de confección la herramienta principal son hilos y agujas, por lo tanto de ahí se derivan los defectos en las prendas que llevan a reprocesos a la hora de la inspección final, por lo anterior, se realiza la Tabla 7 que demuestra la descripción de los procesos del 80% tomado del Pareto y describe los defectos y causas que lleva a que se deban reprocesar las prendas y ocasionan un desperdicio en la compañía.

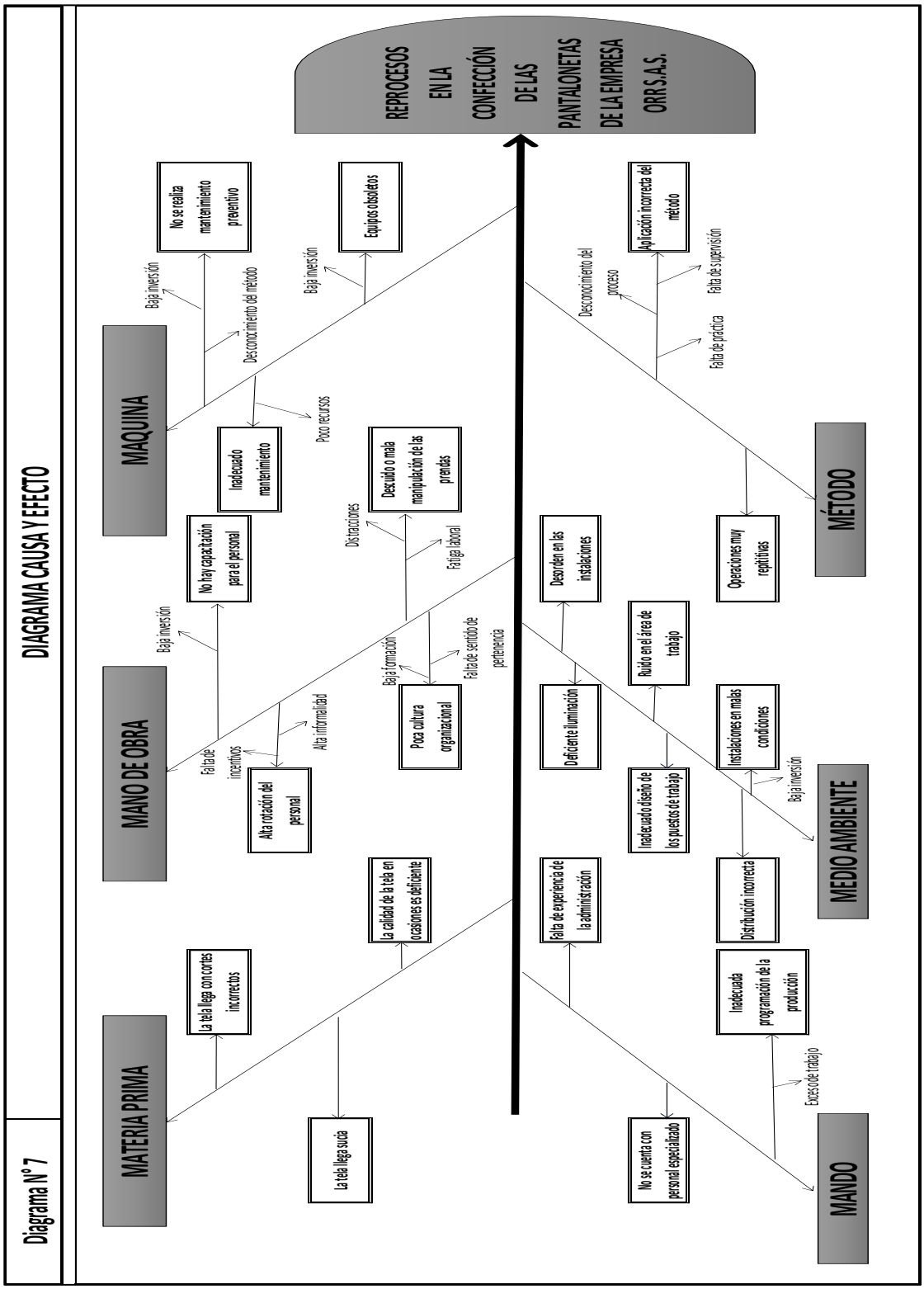
Tabla 7. Causas que ocasionan defectos en la empresa ORR S.A.S.

PROCESO	DESCRIPCIÓN	DEFECTO	CAUSAS	TIPO DE DESPERDICIO
Resorte	Coser el resorte junto con la etiqueta y la calzoneta a la pantaloneta	**Pellizco:** la tela queda amontonada y el hilo sigue pasando sobre la misma. **Salto:** la máquina está realizando la costura, pero la aguja(s) se queda o se le sale el hilo, por lo tanto, queda una parte de la tela cosida con el hilo y otra sin hilo. **Remate mal:** el terminado de la costura queda torcido, amontonado o mal presentado.	Enredo del hilo durante el proceso, el hilo se revienta en medio del proceso, la aguja se revienta o rompe por la presión, el hilo se desenhebra de la aguja, cambio de la calidad de la tela, utilizar la aguja que no corresponde a la máquina.	Retrabajos y defectos
Bolsillo delantero	Consiste en pegar el palo y juntarlo con la tapa			
Ruedo	Dobladillo que lleva la pantaloneta en la parte inferior			
Presilla	Refuerzo (bordado) que se realiza en los extremos de los bolsillos delanteros, a la parte superior de la pantaloneta y al tiro de la pantaloneta			
Pegar calzoneta	Unión de las dos piezas de la calzoneta, para cerrar la malla			
Pantalonetas sucias-lavar	Pantalonetas que por manipulación en el proceso se ensucian y deben lavarse	Tela con manchas.	Manipulación que le da el operario o la máquina se encuentra sucia.	

Fuente: Autores

Para realizar el diagrama causa efecto presente en la Figura 12, se complementa la información de las entrevistas, con observaciones realizadas en el estudio de campo al momento de realizar las operaciones en la planta y con estudios similares realizados, esta actividad permitió identificar las causas principales y secundarias de las M (mano de obra, maquinaria, material, medio ambiente, método y mando) y poder realizar el diagrama Ishikawa.

Figura 12. Diagrama causa y efecto.

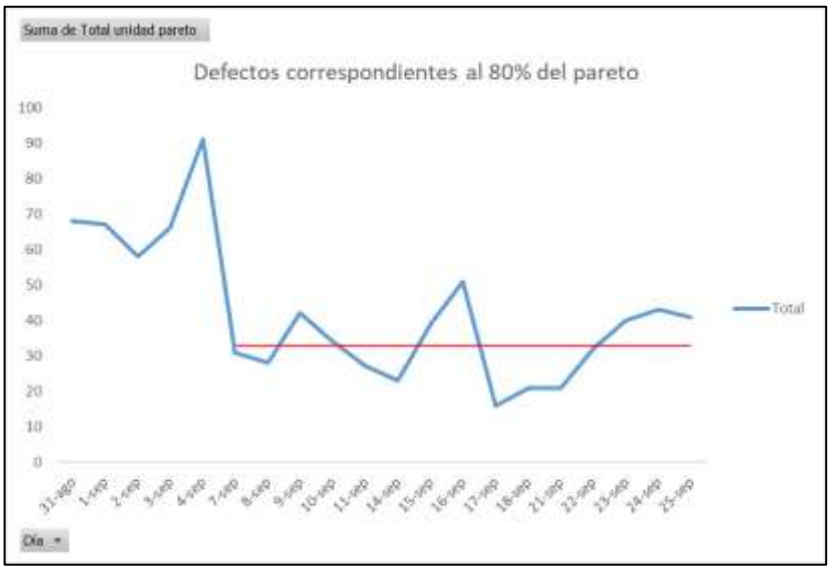


Fuentes: Autores

7.11. Análisis de brechas

El análisis de brechas sirve para realizar comparaciones internas o externas, es utilizada para establecer metas basadas en los resultados actuales y los objetivos planificados. La Figura 13 corresponde al número de unidades defectuosas de los 6 tipos de defectos correspondientes al 80% del pareto, estos son: resorte, ruedo, pegar calzoneta, bolsillo delantero, presilla y sucias lavar.

Figura 13. Unidades defectuosas correspondientes al 80% del pareto.



Fuente: Autores

La media de las prendas defectuosas de las últimas 3 semanas es de 33 unidades, teniendo en cuenta que el benchmarking es de 10 unidades, la brecha corresponde a 23 unidades, lo que significa que el valor meta debe ser que diariamente el número máximo de unidades defectuosas sea de 21 unidades, lo cual daría como resultado una disminución de prendas defectuosas por día del 35%. El valor meta se definió con la siguiente formula:

Ecuación 2. Cálculo de valor meta

$$Valor\ meta = promedio\ prendas\ defectuosas\ por\ día - (\frac{brecha}{2})$$

Para alcanzar una disminución del 35% de prendas defectuosas, lo más conveniente es disminuir cada tipo de problema de forma proporcional como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Objetivo de disminución de brechas.

Tipo de defecto	Promedio unidades defectuosas	Porcentaje de participación	Unidades a reducir	Objetivo (unidades defectuosas)
Resorte	8	25%	3	5
Ruedo	6	18%	2	4
Pegar calzoneta	4	13%	2	2
Bolsillo delantero	3	10%	1	2
Presilla	5	16%	2	3
Sucias lavar	5	17%	2	3
Total unidades defectuosas	**33**	**100%**	**12,0**	**21**

Fuente: Autores

Para efectos del trabajo, se busca llegar a la disminución de prendas defectuosas del 35% diariamente. Sin embargo, la gerencia puede tomar decisiones más agresivas o débiles para disminuir el número de prendas defectuosas, en la Tabla 9 se proponen alternativas en las cuales se podrá elegir el porcentaje que se requiera disminuir y la forma de alcanzar este resultado impactando directamente en el 80% del pareto. Una vez detectados los problemas y establecidas las metas, se continuará con la selección de las herramientas que mejor se adapten a la solución del problema.

Tabla 9. Objetivos variables para disminución de defectuosos.

Prendas defectuosas promedio por día			33	Procentaje de participación						
				25%	18%	13%	10%	16%	17%	100%
Benchmark	Brecha	Valor meta	Reducción (%)	Resorte	Ruedo	Pegar calzoneta	Bolsillo delantero	Presilla	Sucias lavar	Total a reducir
0	33	17,0	**48%**	4	3	2	2	3	3	**16**
1	32	17	**48%**	4	3	2	2	3	3	**16**
2	31	17,5	**47%**	4	3	2	2	3	3	**16**
3	30	18	**45%**	4	3	2	2	2	3	**15**
4	29	18,5	**44%**	4	3	2	1	2	2	**15**
5	28	19	**42%**	4	3	2	1	2	2	**14**
6	27	19,5	**41%**	3	2	2	1	2	2	**14**
7	26	20	**39%**	3	2	2	1	2	2	**13**
8	25	20,5	**38%**	3	2	2	1	2	2	**13**
9	24	21	**36%**	3	2	2	1	2	2	**12**
10	23	21,5	**35%**	3	2	2	1	2	2	**12**
11	22	22	**33%**	3	2	1	1	2	2	**11**
12	21	22,5	**32%**	3	2	1	1	2	2	**11**
13	20	23	**30%**	3	2	1	1	2	2	**10**
14	19	23,5	**29%**	2	2	1	1	2	2	**10**
15	18	24	**27%**	2	2	1	1	1	2	**9**
16	17	24,5	**26%**	2	2	1	1	1	1	**9**
17	16	25	**24%**	2	1	1	1	1	1	**8**
18	15	25,5	**23%**	2	1	1	1	1	1	**8**
19	14	26	**21%**	2	1	1	1	1	1	**7**
20	13	26,5	**20%**	2	1	1	1	1	1	**7**
21	12	27	**18%**	2	1	1	1	1	1	**6**
22	11	27,5	**17%**	1	1	1	1	1	1	**6**
23	10	28	**15%**	1	1	1	1	1	1	**5**
24	9	28,5	**14%**	1	1	1	0	1	1	**5**
25	8	29	**12%**	1	1	1	0	1	1	**4**
26	7	29,5	**11%**	1	1	0	0	1	1	**4**
27	6	30	**9%**	1	1	0	0	0	1	**3**
28	5	30,5	**8%**	1	0	0	0	0	0	**3**
29	4	31	**6%**	1	0	0	0	0	0	**2**
30	3	31,5	**5%**	0	0	0	0	0	0	**2**

Fuente: Autores

8. HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFÍA *LEAN MANUFACTURING* QUE SE AJUSTEN A LAS CONDICIONES DEL PROBLEMA.

8.1. Herramientas

Se decide elaborar la
Tabla *10* para listar las herramientas con su descripción y poder identificar que herramientas que actualmente son aplicadas en su totalidad o parcialmente por la organización y así identificar cómo la empresa reconoce y aplica técnicas que contribuyen a la solución del problema de reprocesos presente en la empresa ORR S.A.S.

Tabla 10. Herramientas Lean Manufacturing aplicadas.

Problema: Defectos de salto, pellizco y mal remate presentes en las pantalonetas.		
Herramienta Lean	**Descripción de la herramienta**	**¿Es aplicada por la empresa?**
5'S	Son los principios básicos de las 5S en forma de cinco pasos o fases, que en japonés se componen con palabras cuya fonética empieza por "s": seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke; que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa), limpiar e inspeccionar, estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla) y disciplina (construir autodisciplina y forjar el hábito de comprometerse). *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	Parcialmente
SMED	(Single Minute Exchange of Die) significa cambio de herramentales en un solo digito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos. *Fuente: SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008.*	NO
KANBAN	Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés kankan, aunque pueden ser otro tipo de señales), que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y éstos con la línea de montaje final. *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	NO
HOSHIN KANRI	Se utiliza cuando deseamos realizar la planeación estratégica de la compañía a largo plazo y establecer las actividades específicas y los proyectos en todos los niveles de la organización para cumplir con las metas de la misma. *Fuente: SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008.*	NO
ANDON	Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paros por ciertos motivos. Proporciona información en tiempo real y retroalimentacién del estado de un proceso. *Fuente: SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008.*	Parcialmente
KAIZEN	Un evento Kaizen es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes. Mediante estas acciones, los dueños de los procesos y los operadores pueden realizar mejoras significativas en su lugar de trabajo que se traducirán en beneficios de productividad (y como consecuencia, de rentabilidad) para el negocio. *Fuente: SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008.*	NO
TPM	El objetivo de TPM (mantenimiento productivo total) es asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en perfectas condiciones y que continuamente produzca componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado. *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	NO
HEIJUNKA	Sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un día o turno de trabajo. *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	NO
POKA-YOKE	Es una técnica que ayuda a conseguir los cero defectos, mejorando la calidad del producto y del proceso. Generalmente, son mecanismos o dispositivos que una vez instalados, evitan los defectos al 100% aunque se cometan errores. *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	NO
JIDOKA	Es el nombre que el sistema de control autónomo de defectos, basado en que un empleado puede parar la máquina si algo va mal, lo que implica otorgar la responsabilidad a cada operario para aquello que realiza en su entorno de trabajo. *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	NO
AMEF	Permite identificar fallas en productos y procesos y evaluar objetivamente sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. *Fuente: SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008.*	NO
VSM	Es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar en un papel de una manera sencilla y visual, todas aquellas actividades que se realizan actualmente para obtener un producto, para identificar así cuál es la cadena de valor (actividades necesarias para transformar materiales e información en un producto terminado o en un servicio). *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	NO
TRABAJO ESTANDARIZADO	El trabajo estandarizado hace referencia al conjunto de procedimientos que definen el mejor método posible de trabajar para que todos los operarios desarrollen de la misma manera los distintos procesos de fabricación y ensamble, lo cual facilita el éxito para la obtención de altos niveles de productividad, calidad y seguridad. *Fuente: RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.*	SI

Fuente: Autores

Para complementar la información se elabora la Tabla 11 que contiene diferentes trabajos y estudios realizados enfocados en la problemática a tratar y así poder identificar que herramientas del Lean Manufacturing son las más frecuentemente usadas en estos casos.

Tabla 11. Herramientas del Lean Manufacturing usadas frecuentemente.

NÚMERO	TIPO DE FUENTE	TÍTULO	AUTORES	HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING APLICADAS
1	Proyecto de grado	Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas Lean Manufacturing.	David Felipe Cabrera, Daniela Vargas	VSM 5´S Gestión diaria de operaciones Celdas de manufactura
2	Tesis	Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial.	Samuel Ruíz Huamaní	VSM Indicadores Celula de manufactura
3	Proyecto de diseño	Rediseño del sistema de producción de una empresa de confecciones, mediante herramientas Lean Manufacturing.	Santiago García Solarte, Mateo Gómez Castrillóna, Anly Quiroga Rey	VSM SIPOC Indicadores Celdas de manufactura 5´S Control visual
4	Proyecto de diseño	Propuesta de diseño para la disminución de defectuosos en la producción de gorras de la microempresa ZCAP.	Daniela Martínez Ortega, Angélica Martínez Lizarazo, Nicolás Ortega Troncoso	Balanceo de línea Poka - Yoke SMED Indicadores
5	Anteproyecto	Diseño de una metodología de implementación de lean manufacturing en una pyme (Momentos Classic).	Stefania Giraldo Sanchez, Laura Saldarriaga Monsalve, Yur Leidy Moncada Roldán	5´S SMED JIT KANBAN Indicadores
6	Trabajo	Diseño de un plan acción para la reducción del tiempo de ciclo en la línea de producción de tops en la organización Tulipán S.A.S.	Andrés Felipe Cardona Cuero, Juan David Vela Ospina	SIPOC VSM KANBAN 5´S SIX SIGMA
7	Tesis	Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas Todo Sport Chiclayo -2015.	Eduard Saúl Orozco Cardozo	VSM 5´S Control visual
8	Tesis	Propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa Factoría Bruce S. A."	Wilson Jaime Becerra Miñano, Eduard Alexander Vilca Quispe	KAIZEN 5´S SIX SIGMA
9	Proyecto de grado	Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.	Esteban Infante Diaz, Deiby Alexander Erazo de la Cruz	KAIZEN 5´S Control visual KANBAN VSM
10	Proyecto de grado	Plan de mejora en los procesos operativos de la empresa de confecciones Gran Jeans en la ciudad de Bogotá.	Luisa Alejandra Torres Castiblanco, Jeimmy Stephany González Aguirre	Control visual

Fuente: Autores

8.2. Matriz AHP

Debido a que el problema de defectos en las prendas ocasiona reprocesos, se utilizan las herramientas que componen el *Lean Manufacturing* para tratar dicha problemática en la empresa ORR S.A.S., se elige la matriz multicriterio o AHP

para seleccionar cuales serían la más adecuada, priorizando la dificultad de implementación y al impacto que ésta tendría en el lugar de implementación.

Los criterios seleccionados fueron: frecuencia de selección que corresponde a los resultados de la
Tabla *12* de acuerdo con cuántas veces las herramientas han sido seleccionadas para resolver problemas relacionados con el proyecto, el segundo criterio es el impacto de la herramienta, que se refiere a que tanto son conocidas estas herramientas por los miembros de la empresa y aplicadas por la misma. Mientras que la dificultad de implementación corresponde al tercer criterio y es la cantidad de medios que se deben mover para implementar la herramienta y el esfuerzo que requiere.

Tabla 12. Comparación de los criterios con base en la escala de SAATY.

COMPARACIÓN DE LOS CRITERIOS CON BASE EN LA ESCALA DE SAATY			
CRITERIOS	**Frecuencia de selección**	**Impacto de la herramienta**	**Dificultad de implementación**
Frecuencia de selección	1,0	0,3	0,2
Impacto de la herramienta	3,0	1,0	0,3
Dificultad de implementación	5,0	3,0	1,0

Fuente: Autores

Se procedió a realizar la matriz normalizada para calcular el ratio de consistencia (CR) el cual mide si los juicios se han tomado de forma racional o son juicios al azar, como el resultado es menor que 0.1, entonces los juicios son confiables.

Tabla 13. Cálculo del Ratio de Consistencia.

	0,320	**n**	3,00
	0,790	**CI**	0,03
	1,946	**RI**	0,66
n máx.	**3,055**	**CR**	**0,04**

Fuente: Autores

En la Tabla 14 se puede observar los resultados. Donde las herramientas seleccionadas fueron: Poka-Yoke, 5´S, TPM, ANDON, JIDOKA, VSM, AMEF y KAIZEN, algunas de estas herramientas ya han sido utilizadas en la parte de análisis de este trabajo y las mejoras además serán complementadas por las herramientas de la ingeniería industrial vistas a lo largo de la carrera o consultadas.

Tabla 14. Resultado matriz AHP.

CUADRO RESUMEN					
Alternativa/Criterio	**Frecuencia de selección**	**Impacto de la herramienta**	**Dificultad de implementación**	**Priorización**	**Orden**
5`S	0,12	0,05	0,13	**0,11**	2
ANDON	0,12	0,03	0,05	**0,05**	4
TPM	0,09	0,11	0,14	**0,13**	3
POKA - YOKE	0,10	0,05	0,21	**0,15**	1
JIDOKA	0,11	0,04	0,05	**0,06**	4
VSM	0,11	0,03	0,05	**0,05**	4
AMEF	0,10	0,07	0,05	**0,06**	4
KANBAN	0,03	0,09	0,05	**0,06**	7
CELDAS DE MANUFACTURA	0,04	0,09	0,07	**0,07**	6
KAIZEN	0,11	0,10	0,05	**0,07**	4
SMED	0,02	0,15	0,06	**0,08**	7
SIX SIGMA	0,05	0,20	0,07	**0,10**	5
PONDERACIÓN	0,11	0,26	0,63		

Fuente: Autores

9. DISEÑO DE LAS MEJORAS EN EL PROCESO DE MAQUILA DE ROPA DEPORTIVA, UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING Y DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

9.1. Herramienta AMEF (Análisis de modos y efectos fallos)

Para realizar el AMEF se tuvieron en cuenta los efectos y causas reconocidas por la organización y demás consultados, que, aunque no sean tan recurrentes en la organización se pueden presentar debido al tipo de empresa que se está trabajando la cual se dedica a la confección.

Se realizó la valoración para cada modo de fallo de la severidad, ocurrencia y detección, los cuales permiten calcular número de Prioridad de Riesgo, el cual se obtiene con la fórmula:

$$NPR = Grado\ de\ severidad * Grado\ de\ ocurrencia * Grado\ de\ detección$$

Para evaluar cada modo de fallo se tuvo en cuenta las tablas de valoraciones que se puede observar en el *Anexo P*, donde tanto para severidad como ocurrencia el significa 1 que es muy baja y 10 que es muy alta, mientras que para la detección el 1 representa muy alta y 10 improbable.

Los resultados demuestran que los modos de fallos donde más se deben enfocar acciones son pellizco de tela, salto de costura y mal remate; dado que son defectos que el cliente percibe con más frecuencia e implican un reproceso para la compañía.

Cada vez que se implemente una acción para mejorar estos modos de fallos, es conveniente calcular el nuevo NPR para determinar si la acción fue eficaz. Se dice que una acción ha sido eficaz cuando se logra el resultado por el cual se apertura. Por lo tanto, si el NPR se reduce, la acción es eficaz.

El objetivo de las acciones propuestas es reducir el NPR, en particular, los valores más altos, por lo tanto, se elabora una escala para determinar el riesgo de importancia, donde los NPR mayores al 15% del total, son los que representan el riesgo de importancia alto para la empresa.

A continuación, la *Tabla 15* muestra el resultado obtenido del análisis y el criterio de importancia del NPR.

Tabla 15. Resultados de la herramienta AMEF

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLO AMEF									
NOMBRE DEL PROCESO: Confección de pantalonetas NKI				**FECHA:** 15/01/2021					
ELABORADO: Autores				**AMEF No:** 1					
PROCESO	**MODOS DE FALLOS**	**EFECTO**	**CAUSA**	**CONTROLES**	**SEVERIDAD**	**OCURRENCIA**	**DETECCIÓN**	**NPR**	**% NPR**
Cerrar resorte Hacer bolsillos delanteros Hacer ruedo Hacer presilla a los bolsillos delanteros, tiros y ojal Unión de calzoneta y resorte Hacer bolsillo trasero con adhesivo Cerrar costados Hacer tiro	Pellizco en tela	Tela o costura con arrugas. Tela encogida	Tensión desajustada. Aguja o hilo puesto en posición incorrecta. Hilo de mala calidad. Aguja que no corresponde a la máquina. Velocidad de la máquina.	Aplicación de Jidoka. Mantenimiento de equipos (TPM). Adecuado uso de herramientas. Mejorar calidad del hilo.	6	7	6	252	20%
Cerrar resorte Hacer bolsillos delanteros Hacer ruedo Hacer presilla a los bolsillos delanteros, tiros y ojal Unión de calzoneta y resorte Hacer bolsillo trasero con adhesivo Cerrar costados Hacer tiro	Saltos de puntas	Costura con dimensiones de los hilos diferentes. El hilo de la puntada no esta conectado apropiadamente	Aguja defectuosa. Hilo inapropiado. Velocidad inapropiada de la máquina. Falta de mantenimiento de la máquina.	Aplicación de Jidoka. Mantenimiento de equipos (TPM). Mejor calidad del hilo y agujas.	7	6	7	294	24%
Cerrar resorte Hacer bolsillos delanteros Hacer ruedo Hacer presilla a los bolsillos delanteros, tiros y ojal Unión de calzoneta y resorte Hacer bolsillo trasero con adhesivo Cerrar costados Hacer tiro	Remate de la costura mal realizado	Terminado de la costura torcido. Terminado de la costura amontonado.	Baja calidad del hilo. Tipo de aguja inapropiado. Desenhebrada del hilo. Velocidad incorrecta.	Inspección simultanea con la operación. Capacitación para el operario. Mantenimiento de equipos. Mejorar calidad de hilos.	4	8	7	224	18%
Todos los procesos	Manchas en la tela con los equipos, grasas o partículas que ensucian el producto	Inversión de recursos para el lavado de las pantalonetas. Alteración del color de la tela.	Falta de limpieza al puesto de trabajo y herramientas. No hay cuidado en el trato de la prenda.	Inspección simultanea con la operación. 5S (Orden y limpieza).	2	4	3	24	2%
Hacer bolsillos delanteros Cerrar resorte Hacer calzoneta	Corte del área mayor a la especificada	Reproceso en la operación hasta obtener las dimensiones correctas.	Instrumento de medición en mal estado. Falta de pericia del operario. Moldes imperfectos.	Inspección simultanea con la operación. Cambio de instrumentos y moldes. Capacitación para el operario. Poka yoke	4	2	3	24	2%
Hacer bolsillos delanteros Cerrar resorte Hacer calzoneta	Corte del área menor a la especificada	Desecho de la prenda	Máquina con defectos o en mal estado. Falta de pericia del operario. Instrumentos de corte mal calibrados.	Inspección simultanea con la operación. Cambio de instrumentos y moldes. Capacitación para el operario. Poka yoke.	9	2	3	54	4%
Todos los procesos	Hilos sueltos	Exceso de material en la prenda. Mala presentación de la prenda. Costuras sueltas.	Tensión y presión que se aplica en la costura inapropiado. Mal remate. Enhebrado incorrecto del hilo.	Aplicación de Jidoka. Mantenimiento de equipos (TPM). Capacitación para el operario.	6	3	4	72	6%
Hacer tiro Pretina Cerrar costados Hacer ruedo Unión de las piezas delanteras y traseras	Salto de costuras abiertas	El hilo en la costura se ha roto dejando una abertura en la línea de la costura.	Puntada inapropiada para la aplicación. Tensión inadecuada del hilo para la costura. Mala calidad del hilo. Insuficiente puntadas.	Inspección simultanea con la operación. Mantenimiento de equipos. Capacitación para el operario. Cambiar de proveedor de hilos.	7	6	4	168	14%
Asentar bolsillo delantero en parte delantera Unión de las piezas delanteras y traseras Pegar bolsillo trasero a parte delantera	Variantes del tono de la pantaloneta	Pantalonetas con dos tonos.	Selección incorrecta de las piezas o pareja que conforman la parte de la pantaloneta. Proveedor da diversos tipos de tela.	Inspección simultanea con la operación. Kaizen.	10	5	2	100	8%
Hacer ojal Cerrar resorte Hacer calzoneta Hacer tiro	Piezas asimetricas	Pantaloneta no conforme por dimensiones diferentes.	Cortes de la tela inapropiados. Moldes defectuosos. Exceso de cortes de tela en los procesos.	Inspección simultanea con la operación. Cambio de instrumentos y moldes. Capacitación para el operario. Inspección final. Jidoka.	10	1	3	30	2%
								1242	**100%**

Prioridad de riesgo menor que 98	Riesgo de importancia baja
Prioridad de riesgo entre 99 y 196	Riesgo importancia medio
Prioridad de riesgo mayor que 197	Riesgo de importancia alta

Fuente: Autores

9.2. Herramienta 5S

La herramienta de las 5S es de vital importancia para el desarrollo del proyecto ya que la empresa ORR S.A.S. tiene la necesidad de mejorar sus condiciones de espacio, orden, limpieza y distribución, por tal motivo a continuación se realiza la propuesta de cómo abordar cada uno de los trabajadores los 5 pilares de esta herramienta.

- **Seiri (Clasificación)**

Con el propósito de poder identificar lo que se necesita y no se necesita en las áreas de trabajo y en los puestos de trabajo, se procede a elaborar un listado, de que elementos se consideran importantes para la operación y desechar aquellos que son innecesarios.

En la Ilustración 1 se observa en la planta, hay lugares donde se cuenta con espacios que contienen elementos propios del personal, maquinaria, cableado, desechos, retazos, que no están sirviendo o siendo utilizados para la función operativa, además falta de orden y limpieza, es de vital importancia darles uso racional a los elementos de la organización.

Ilustración 1. Estado actual de organización de la planta.

Fuente: Empresa O.R.R S.A.S.

Por lo anterior, se propone que la organización una vez capacite a los operarios sobre la herramienta 5S, designe un líder de la actividad para que con la ayuda de los operarios se distribuyan las áreas y logren identificar los elementos que no son innecesarios, esta actividad permitirá contar con la ayuda de tres tipos de sticker, como se muestra en la Ilustración 2, donde:

- El sticker verde será, para aquellos elementos que son funcionales y deben ser reubicados o reparados.

- El sticker amarillo, será para aquellos elementos que están en buen estado, pero no están siendo utilizados.

- El sticker rojo, será para aquellos elementos que deben ser desechados porque se encuentran defectuosos u obsoletos. Además, estos se manejarán con la tarjeta roja una vez identificados para identificar sus condiciones (ver *Ilustración 3. Formato tarjeta roja.*).

Ilustración 2. Stickers para clasificación de elementos.

Fuente: Autores

Ilustración 3. Formato tarjeta roja.

TARJETA ROJA	
Fecha:	
Descripción:	
Responsable:	
Categoría	
Accesorio o herramienta	
Cubeta, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Otro (especifique)	
Razón	
Contaminante	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable:	
Fecha de decisión:	
Destino final:	
Fecha de disposición:	

Fuente: Autores

Sobre cada elemento se pegará el sticker de acuerdo con la clasificación que pertenece y se procede a separarlos, una vez se encuentre cada uno en el grupo perteneciente, el líder y el gerente proceden a determinar la disposición final de los objetos, es decir:

- A los objetos funcionales se les darán un lugar de ubicación correcto y se disponen a ser reparados para luego ubicarlos.
- Los objetos en buen estado serán vendidos, donados o almacenados.
- Los objetos desechados tendrán que ser sacados de la planta y eliminados.

➢ **Seiton (Orden)**

Aquellos elementos que no han sido marcados con el sticker verde, es decir los elementos identificados como necesarios y que deben ser ordenados llevaran otra clasificación la cual podrá disponer el lugar más conveniente para la correcta operación. En este caso se manejará la clasificación de:

Uso frecuente: los cuales son comúnmente las tijeras, metros, pinzas, pulidores, hilos y agujas. Estos elementos serán ubicando en la mesa de cada operario en los cajones que disponen a excepción de los hilos y las agujas que llevan un control más estricto, por lo tanto, estas serán manejadas en una estantería especial y el patinador será la persona encargada de llevarla al puesto de trabajo del operario cada vez que solicite el cambio.

En el caso de cambio, se propone que el patinador maneje un tipo de almacén móvil para transportar los hilos, hilachas y agujas hasta el puesto de trabajo del operario y se pueda realizar el cambio, donde el operario entrega el hilo que ya usó o la aguja, esté en buen estado o descompuesta, a su vez, el patinador le entrega el nuevo hilo o la nueva aguja. Si el rollo del hilo está acabado el patinador debe desechar el rollo, en ocasiones se rellena de nuevo con hilo. Por otro lado, si la aguja está descompuesta, esta debe ser desechada en un recipiente especial para objetos cortos punzantes, de lo contrario tanto hilo como agujas deben ser llevadas a la estantería designada.

Ilustración 4. Ejemplo de prototipo de patinador.

Tomado de: TRUPER. (2021). Recuperado de: https://www.truper.com/carro-de-servicio-3-charolas.html

Tendrá además los operarios al lado de cada puesto de trabajo, la caja donde dispondrán las piezas de trabajo elaboradas y la mesa donde dispondrás las piezas de trabajo a elaborar. Los operarios tendrán al lado de cada puesto de trabajo una caja donde dispondrán las telas de trabajo confeccionadas y la mesa donde dispondrán las telas de trabajo a confeccionar.

La segunda clasificación son los elementos de uso regular, que en este caso se dispondrán en áreas cercanas como mesas o estanterías cerca de la planta.

La tercera clasificación será para los elementos de uso poco frecuente o que no hacen parte de la operación, este es el caso de los elementos de aseo que tendrán su lugar de ubicación ya sea cerca del baño o la cocina. También están los elementos personales de cada operador, que por temas internos no deben ingresar al área de trabajo por lo tanto se propone disponer un casillero para que cada trabajador guarde en él sus pertenencias y no estén regadas en las áreas de operación o en el comedor.

Además, la empresa cuenta con el almacén donde ingresa la mercancía que aún no se va a confeccionar, ahí también se dispondrá un lugar para ubicar aquella maquinaria que no es usada y demás objetos.

Ilustración 5. Desorden en las áreas.

Fuente: Empresa O.R.R S.A.S.

Finalmente, se propone la organización del cableado y la iluminación, sacar de la zona de producción los puestos de trabajo y maquinaria que no se utilizan, también mesas, cajas y exceso de materiales. Por otro lado, es propone demarcar las zonas de tránsito.

- **Seiso (Limpieza)**

Cuando se ordene se debe realizar un aseo general a toda la organización, una vez está organizada y limpia se dispondrá a designar roles y responsabilidades para cada operario como se observa en la Tabla 16.

Tabla 16. Limpieza por áreas.

AREA	ENCARGADO	FRECUENCIA	FUNCIÓN
Puesto de trabajo	Cada operario	Todos los días cuando se finalice el turno de trabajo.	Dejar el puesto limpio y ordenado.
Almacén de materia prima	Operario encargado de recepción	1 vez por semana.	Sacudir el polvo, organizar las telas, desechar cartones, barrer y trapear.
Cocina y comedor	2 operarios rotando	1 vez por semana.	Aseo especial a las mesas, sillas, mesón y aparatos tecnológicos.
Baños	2 operarios rotando	2 veces por semana.	Aseo especial al baño de hombres y mujeres.
Áreas generales	3 operarios	Diario.	Barrer, recoger elementos desechados en el piso, limpiar líquidos regados, desenchufar elementos eléctricos.

Fuente: Autores

Para designar las responsabilidades se propone el formato que se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Formato de programación de turnos de limpieza.

ORR S.A.S	FORMATO DE PROGRAMACIÓN DE TURNOS DE LIMPIEZA	Código:
		Versión:
		Actualizado:
Área	**Responsable**	**Fecha**

Fuente: Autores

Las funciones designadas deben ser socializadas, para el entendimiento y designar los roles, posteriormente debe ser pegado en una cartelera el formato de programación de limpieza en la planta de trabajo. El gerente debe garantizar los implementos de aseo necesarios para cumplir con la función tales como: escobas, trapeadores, trapos limpiadores, químicos de aseo y desinfectante, guantes y mascarillas. El coordinador de operaciones y gerente deberán supervisar que cada actividad que sea correctamente realizada.

- **Seiketsu (Estandarización)**

Para cada pilar se plantean estrategias fundamentales para mantener el orden y el aseo en los puestos de trabajo, estas estrategias son:

Clasificar: mantener las stickers dentro de los hábitos de los operarios, porque si consideran que en el área de trabajo hay algún artículo o herramienta que se considera innecesario, se procede a realizar su identificación para posteriormente evaluar y asegurar su disposición final.

Ordenar y limpieza: estimular mediante carteles y avisos que los artículos y herramientas sean devueltas a su respectivo lugar de almacenamiento, además que se incentive a la limpieza y aseo.

- **Shitsuke (Disciplina)**

Para garantizar que los operarios han adquirido la disciplina necesaria se llevaran a cabo auditorias sorpresas a cargo del supervisor, donde se evalué el orden, la limpieza, el cumplimiento de las normas y que se esté realizando correctamente las funciones.

Además, se manejará un tablero con un formato, el cual va a permitir identificar si el operario cumple con sus tareas y funciones, aquel operario que semestralmente obtenga la mayor puntuación obtendrá un incentivo por adoptar correctamente la herramienta 5S; el gerente decide que incentivo será otorgado.

Tabla 18. Formato desempeño de operario.

ORR S.A.S	FORMATO DE DESEMPEÑO 5'S DEL OPERARIO			Código:
				Versión:
				Actualizado:
FECHA: _____ AUDITOR: _____ FIRMA: _____				
Nombre operario	Bien	Regular	Mal	Comentarios
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Fuente: Autores

Tabla 19. Formato de control de limpieza en el puesto de trabajo.

ORR S.A.S	FORMATO DE CONTROL DEL LIMPIEZA EN EL PUESTO DE TRABAJO	Código:
		Versión:
		Actualizado:
Nombre del supervisor: _____ Mes:_____		
Se debe realizar el checklist diariamente y marcar con ✔ si se realizó correctamente la limpieza, ● si se realizó parcialmente o ✗ si no se realizó la limpieza.		

Puesto de trabajo	Semana 1						Semana 2						Semana 3						Semana 4					

Fuente: Autores

Finalmente, se programarán reuniones periódicas para escuchar opiniones y sugerencias, lo que permitirá estar en constante mejora.

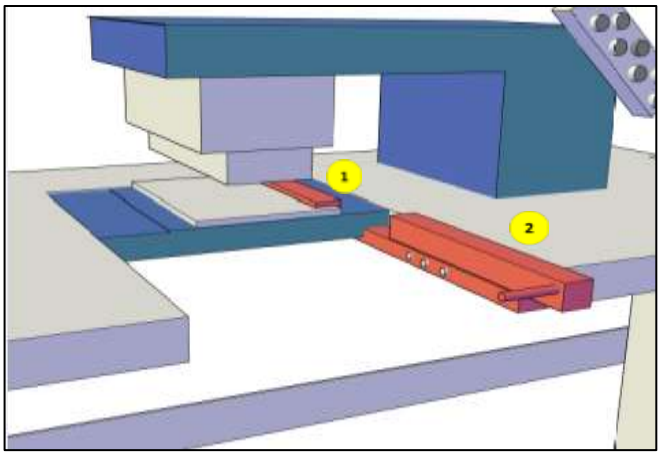
9.3. Herramienta Poka Yoke

Se proponen dispositivos Poka Yoke que servirán para ayudar a prevenir los errores antes de que sucedan, o para hacer que sean muy evidentes para que el operario se dé cuenta y los corrija a tiempo. De acuerdo con el diagrama de pareto mostrado en la Figura 11, se dan alternativas para la implementación y adaptación de elementos a las máquinas, que ayuden a mitigar y controlar el impacto de los defectos presentados en las pantalonetas, las operaciones que se pueden intervenir mediante Poka Yoke son las siguientes:

- **Resortadora:**

Teniendo en cuenta el diagrama de pareto, se decide analizar y diseñar un prototipo de Poka Yoke para la máquina resortadora debido a que es una de las operaciones que tiene mayor participación en cuanto a piezas a reprocesar, ésta se encarga de cerrar la pretina de la pantaloneta. Actualmente, se presentan errores debido a que no se estira bien la pantaloneta y en el momento en que la máquina utiliza sus agujas, la prenda queda con arrugas en esta parte, convirtiéndolo en un defecto de calidad. Por esta razón, se diseñan dos poka-yokes en esta máquina para evitar esta clase de errores.

Ilustración 6. Poka Yokes para la operación de resortado.



Fuente: Autores

El Poka Yoke número 1 es la adaptación de un tope en el borde del lugar donde las agujas realizan el trabajo, se diseña con el fin de que la pretina siempre quede alineada en un mismo lugar, y de esta forma se eviten los defectos por costuras en lugares donde no debería ir y se eliminen los reprocesos por este tipo de defecto.

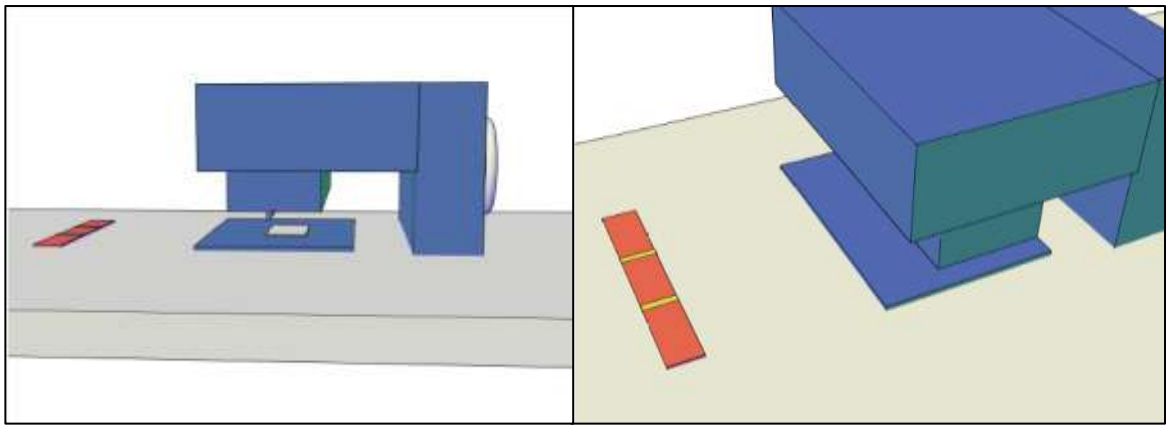
Por otro lado, el Poka Yoke número 2: es la adaptación de un elemento a la mesa, este sirve como soporte para estirar la pantaloneta de forma gradual, dependiendo de la talla que se esté confeccionando en el momento, de esta forma el resorte

quedará estirado en su máxima elongación y se evitarán los defectos para ser reprocesados por arrugas en la presilla de la pantaloneta.

Pegar bolsillo delantero:

Se decide diseñar un prototipo de Poka Yoke para eliminar los reprocesos que se producen en la operación de pegado del bolsillo delantero (ver Ilustración 7). En esta operación los operarios deben hacer 2 cortes en el borde de la pantaloneta para después pegar el bolsillo con la máquina fileteadora, los reprocesos se presentan porque los dos cortes lo hacen con precisión instintiva y muchas veces éste queda con medidas diferentes. Por esta razón, se diseña un elemento adaptable a la mesa, que sirve como guía para que el corte en la pantaloneta para ensamblar los bolsillos siempre quede a la misma distancia y se elimine el error humano, esta distancia se definió con el dueño de la empresa y las guías tienen una separación de 17 centímetros.

Ilustración 7. Poka Yoke para operación de pegar bolsillo delantero.



Fuente: Autores

9.4. Herramienta JIDOKA

Es un sistema de control autónomo de defectos, para este caso se busca que los propios trabajadores que están en el proceso sean los principales actores en la detección de los defectos de calidad, pero esto no se puede lograr sin que la gerencia transmita confianza y seguridad para que los trabajadores puedan tener autonomía en la toma de decisiones para los casos donde se debe parar la producción de una manera responsable. Actualmente, la empresa O.R.R. S.A.S solo cuenta con un filtro donde se detectan las prendas defectuosas y es en la última etapa, allí son separadas por tipo de defecto y posteriormente reprocesadas.

Debido a lo anterior, es necesaria la aplicación de la herramienta Jidoka para que los defectos sean detectados inmediatamente y no avancen por varias etapas agregando valor para que finalmente sean reprocesadas, como solución a esto se plantean cuatro fases como propuesta para la implementación:

Fase 1 (Educación y cultura):

En esta fase se busca que los trabajadores de las máquinas sean conscientes de cada una de sus acciones y logren entender la importancia de cada persona como parte del proceso en el que está involucrado, además tratar sobre a la importancia en temas donde se involucre la calidad en el proceso, el sentido de pertenencia y crecimiento como persona. De esta forma la línea directiva tendrá plena confianza de trasmitir esa responsabilidad a los operarios, la cual es necesaria para la implementación de esta herramienta. Por otro lado, es necesario concientizar a los trabajadores sobre la importancia que tiene hacer las cosas bien desde el inicio y no permitir que avancen los defectos de calidad en las prendas que se producen, por el desperdicio que provoca, tales como: tiempo, dinero, material y equipo, la cual posteriormente no podrá ser vendida o será devuelta para ser reprocesada.

Fase 2 (Preparación del sistema):

En esta etapa se capacitará a los trabajadores en el concepto de Jidoka y la asociación sistemática con las herramientas 5's, Andon, TPM, Poka Yoke y Kaizen, de tal forma que determinen los momentos exactos donde se debe parar la producción y entiendan que ellos mismos deben revisar cada prenda que confeccionen antes de pasarla a la siguiente parte del proceso y que además se debe revisar lo que llega del proceso inmediatamente anterior para encontrar defectos a tiempo. La aplicación de la herramienta se debe hacer bajo la siguiente metodología.

1. Localizar el problema.
2. Detener la línea de producción.
3. Buscar soluciones rápido al problema trabajando en equipo para que la producción se reanude.
4. Analizar los problemas para encontrar la causa raíz y dar una solución definitiva.

Fase 3 (Implementación):

Con todos los conocimientos adquiridos por los trabajadores durante las etapas anteriores, se debe lograr que se tenga más en cuenta el detalle de lo que están fabricando y logren detectar prendas con defectos antes de que pasen a las siguientes estaciones y se pueda determinar la causa raíz de los defectos. Con la implementación de esta herramienta se disminuirá significativamente el número de

prendas con defectos y que deben ser reprocesadas, lo cual impacta positivamente.

Fase 4 (Ejecución):

En la última fase se requiere todo el apoyo de los trabajadores del área y el coordinador de servicios para que el concepto de esta herramienta perdure en el tiempo y asimismo aplicar los conceptos de la herramienta “Kaizen” para mejorar continuamente la forma de análisis y solución de fallas que provocan los defectos, para que cada vez existan menos prendas defectuosas y en consecuencia menos desperdicios en la empresa.

Tabla 20. Programa de implementación Jidoka.

Fase	Temas	Medios	Responsables	Duración
1	Educación y cultura	Capacitación	Ingeniero, directivos, coordinador de operaciones y trabajadores	1 horas
2	Preparación del sistema	Capacitación	Ingeniero, directivos, coordinador de operaciones y trabajadores	1 horas
3	Implementación	Puesto de trabajo	Coordinador de operaciones y trabajadores	1 semana
4	Ejecución	Puesto de trabajo	Coordinador de operaciones y trabajadores	Constante

Fuente: Autores

Una vez aplicada la herramienta, el gerente y coordinador deben seguir en constante monitoreo acerca de cómo los trabajadores están aplicando los conceptos aprendidos, por esta razón se propone un modelo de ficha para el registro de prendas con defectos, la cual será utilizada para que la línea directiva lleve una trazabilidad adecuada para analizar el tipo y frecuencia de los defectos, y encuentren la causa raíz del defectos, con el fin de proponer soluciones que ayuden a eliminar el 100% de lo que provoca la falla.

Tabla 21. Formato de registro de prendas defectuosas.

ORR S.A.S		FORMATO DE REGISTRO DE PRENDAS DEFECTUOSAS			Código:
					Versión:
					Actualizado:
Fecha	Hora	Proceso	Tipo de defecto	Causa / Comentario	

Fuente: Autores

9.5. Herramienta ANDON

- **Tableros de información**

Se evidencia una oportunidad de implementación de tableros para mejorar la comunicación visual para todos los trabajadores y dar seguimiento continuo al plan de producción, de tal forma de que todos se den cuenta cuál ha sido el avance de la producción diaria y el número de prendas defectuosas que se han confeccionado.

En la Ilustración 8 se propone el diseño de un tablero de producción, éste se crea con el fin de informar a todos los trabajadores del área el avance en cada proceso que se realiza cada hora y se está cumpliendo con el estándar de unidades por hora, esto impacta en el proceso debido a que actualmente se presentan defectos por hacer las cosas de manera rápida con el fin de alcanzar la meta diaria de producción, el tablero servirá como alerta para lograr cumplir el número objetivo de prendas a producir.

La Ilustración 9 muestra una propuesta del diseño de un tablero de prendas defectuosas que se crea con el fin de alertar cuáles son los procesos que están sacando prendas defectuosas y ayude a analizar y tomar acciones para solucionar el problema. Este tablero está relacionado con el formato que se muestra en la Tabla 21. *Formato de registro de prendas defectuosas.*, el cual hace parte del control visual.

Para la obtención de resultados positivos, es necesario que el supervisor esté constantemente actualizando los tableros para que los operarios conozcan en tiempo real lo cambios que ocurren, asimismo estar pendiente del tablero de prendas defectuosas para identificar los problemas rápidamente.

Ilustración 8. Prototipo de tablero de producción.

TABLERO DE PRODUCCIÓN										ORR S.A.S	
Producto:				Fecha:							
Proceso	Planeado Unids / hora	Efectivo Unid/hora								Objetivo	Acumulado
	Estándar	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00		

Fuente: Autores

Ilustración 9. Prototipo de tablero de prendas defectuosas.

TABLERO DE PRENDAS DEFECTUOSAS								ORR S.A.S	
Producto:				Semana:					
Tipo de defecto	Objetivo diario	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Acumulado	Objetivo semanal
Resorte									
Ruedo									
Tiro									
Pegar calzoneta									
Bolsillo delantero									
Bolsillo trasero									
Costado									
Presilla									
Sucias lavar									

Fuente: Autores

- **Listas de verificación**

Para Andon, las listas de verificación aportan en la resolución de problemas en las organizaciones, estas consisten en formatos que deben llenar los operarios o supervisores para recolectar información que será posteriormente analizada para realizar acciones correctivas o de mejora. En este trabajo se proponen diferentes

formatos en las herramientas mencionadas anteriormente como se muestra en la *Tabla 22*, las cuales también hacen parte del control visual y son complementarias entre diferentes herramientas.

Tabla 22. Resumen listas de verificación.

Nombre del formato	Aplicación en herramienta
Formato de programación de turnos de limpieza.	5'S
Formato de limpieza en el puesto de trabajo.	5'S
Formato de registro de prendas defectuosas.	JIDOKA
Tarjeta roja.	5'S

Fuente: Autores

- **Demarcación de zonas de trabajo**

La demarcación de pasillos y zonas de trabajo tienen un papel muy importante para el control visual en el área de producción. La implantación conseguirá más seguridad y comodidad para el trabajador, de tal forma que habrá espacios asignados para el movimiento de personal, movimiento de materiales, lugares para máquinas, mesas y objetos necesarios en el área productiva.

La propuesta se realiza teniendo en cuenta la resolución 2400 de 1979, la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Además, sirve como complemento para la implementación de la herramienta 5's debido a que mejora el control el visual, facilita la limpieza y los espacios se ven ordenados.

Tabla 23. Demarcación de las áreas de trabajo.

DEMARCACIÓN	LUGAR	COLOR	REPRESENTACIÓN
LÍNEA	Demarcación de áreas de trabajo, almacenamiento.	AMARILLO	Línea continua
LÍNEA	Entrada y salida de zona de trabajo.	AMARILLO	Línea discontinua
ZONA	Sítios de riesgo temporal o permanente (Riesgo de colisión, caída,	FRANJAS DIAGONALES	

	volteo u objetos que caen. Escalones, orificios en pisos, etc.)		
LÍNEA	Recipientes para basuras, retales y desperdicios. b) Armarios y soportes para elementos de aseo; armarios para ropas o lockers.	GRIS	
LÍNEA	Seguridad, equipos de primeros auxilios, botiquines, camillas, máscaras contra gases, fondo de cartelera de seguridad e instrucciones de seguridad, etc	VERDE ESMERALDA	

Fuente: Autores

9.6. Herramienta KAIZEN

"Un evento Kaizen es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes. Mediante estas acciones, los dueños de los procesos y los operadores pueden realizar mejoras significativas en su lugar de trabajo que se traducirán en beneficios de productividad"[44].

Inicialmente se propone una metodología para que se cree un evento Kaizen enfocado a la disminución de prendas defectuosas, sin embargo, se puede aplicar para la mejora en cualquier aspecto de la empresa. Para la implementación de Kaizen es necesario seguir los siguientes pasos.

[44] SOCCONINI, op. cit, p.130

1. **Definición de objetivos**

   En la primera etapa se define la búsqueda de oportunidades basadas en análisis que se han realizado con anticipación para resolver un problema o hacer mejoras en los procesos o productos. Para el caso de la empresa ORR S.A.S. se debe revisar la información que se recolecta o analizar los problemas que se visualizan para iniciar con la preparación del evento Kaizen.

2. **Crear grupos de trabajo y preparar planes**

   En esta etapa se elige al líder del grupo, la cual debe ser una persona que tenga la capacidad de liderazgo y conocimiento del tema. Asimismo, se elige al equipo, el cual deben participar entre 4 y 6 personas de todas las áreas de la empresa. También se debe crear la agenda de actividades, reuniones, reglas y entregables.

   La empresa deberá asignar como líder al gerente o coordinador de operaciones para que se encargue de dirigir al grupo y asignar las actividades propuestas en la agenda a cada una de las personas que integran el grupo.

3. **Reunión de grupos**

   Una vez designadas las actividades y participantes del grupo, se debe hacer la logística para la reunión del grupo, la logística incluye: organización del lugar de reunión, comunicación efectiva a los participantes y organización del material de trabajo o documentación a utilizar durante la sesión. Una vez reunidas las personas, se iniciará el proceso de la identificación del problema, donde se realizará un diagrama de Ishikawa entre todos los participantes para encontrar la causa raíz del problema u oportunidad. Posteriormente, se procederá a una lluvia de ideas y finalmente la consolidación de las ideas más viables.

   El supervisor deberá dirigir todas las actividades planteadas en la reunión, asimismo, estará encargado del orden de la sesión y la consolidación de idea finales.

4. **Analizar ideas y hacer cambios**

   La gerencia deberá analizar las ideas más relevantes y tomar decisiones para la implementación de estas en caso de ser necesario. Una vez elegida, se procederá con la implementación que ayudará a la mejora o solución del problema planteado en la sesión.

5. **Verificación de ideas**

   Una vez implementada la mejora, se realizará una prueba piloto en la cual la gerencia definirá el tiempo de estudio. En esta prueba piloto es necesario evaluar si la implementación trajo consigo la mejora o por el contrario más problemas, en caso de que se haya mejorado el problema revisar el impacto de costo contra el beneficio que proporciona, en caso de traer más problemas, definir si es necesario replantear o descartar la idea.

La gerencia deberá establecer una periodicidad para crear proyectos Kaizen, esto con el fin de crear cultura en la empresa y lograr que cada vez más los procesos se mejoren para ser más productivos y rentables. Es necesario que cada vez que se lleve un evento Kaizen, los trabajadores apliquen las herramientas de lean Manufacturing en las cuales se les ha capacitado previamente con el fin de fortalecer y afianzar los conocimientos adquiridos y optimizar los recursos.

En la implementación de Kaizen, también se propone un buzón con tarjetas de oportunidad, la cual servirá como objetivos para futuras reuniones, las tarjetas y el buzón estarán ubicados en lugares comunes para que cualquier operario tenga acceso a éstas, el coordinador de operaciones será la persona encargada de la revisión y recolección de estas tarjetas. La *Ilustración 10. Formato de tarjeta de oportunidad.*muestra un diseño de tarjeta de oportunidad.

Ilustración 10. Formato de tarjeta de oportunidad.

TARJETA DE OPORTUNIDAD	
Fecha: **Área:**	**Tarjeta número:**
Oportunidad detectada: (Muda, Muri, Mura)	
Actividad por realizar:	
Máquina o equipo:	
Oportunidad encontrada por:	

Fuente: Autores

La implementación de eventos Kaizen traerá consigo muchos beneficios para la empresa, entre los cuales está: reducir los desperdicios, mejorar la calidad, mejorar las condiciones de trabajo, aumentar la productividad, por lo cual el éxito de la empresa es responsabilidad de los líderes y todos los trabajadores.

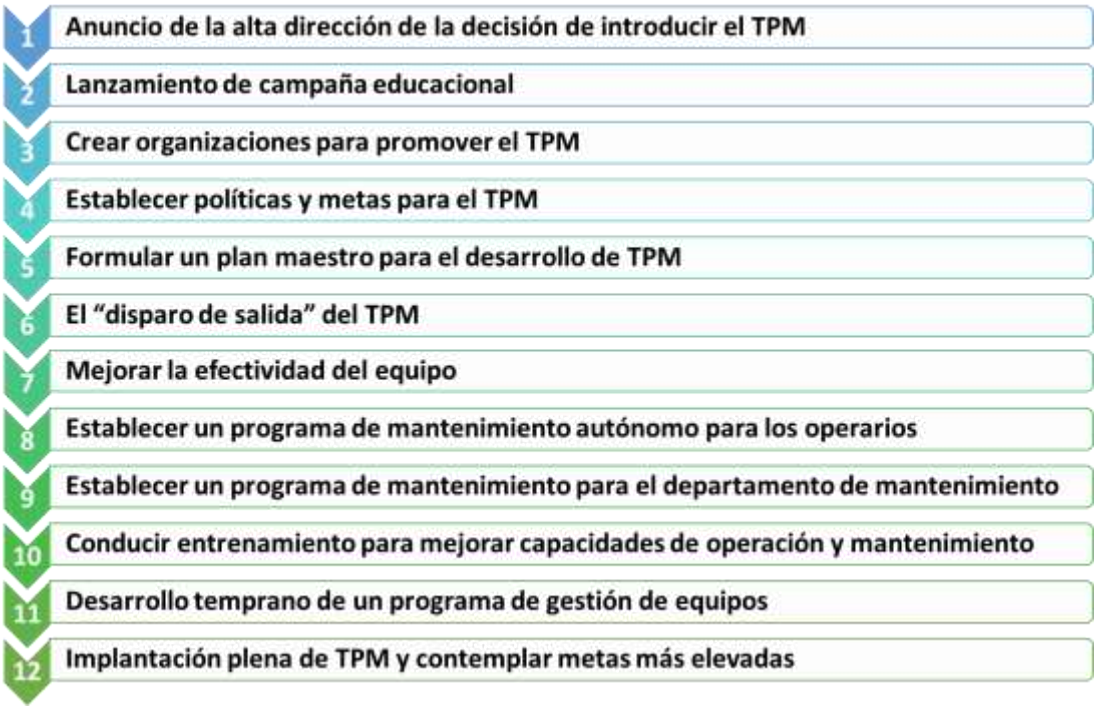
9.7. Herramienta TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Se propone también el uso de la herramienta de Mantenimiento Productivo Total TPM, actualmente la empresa ORR S.A.S únicamente realiza los procesos de mantenimiento correctivo, no tienen establecido un plan para el mantenimiento preventivo de sus 19 equipos de confección.

Para la implantación de la herramienta de TPM se requiere de dos etapas compuestas por 12 pasos, la primera etapa corresponde a la organización para la implantación del TPM y contiene cinco pasos. La segunda etapa corresponde a la implementación de la herramienta y contiene siete pasos.

Es importante acotar que para efectos de este trabajo solamente se creará el plan para la primera etapa y no estará incluido en los costos de inversión, pues se dejará solamente planteada la etapa de organización de la herramienta y debe ser profundizada en otro trabajo exclusivo para la herramienta. Cabe resaltar que la transición de la implantación total para esta empresa será muy lenta, debido al tamaño de empresa, la tecnología que utilizan y por los tipos de estándares de dirección. La metodología para la implantación de TPM se tomó del libro "Introducción al TPM: Mantenimiento productivo total" por Seiichi Nakajima.

Ilustración 11. Pasos para la implementación de TPM.



Fuente: Autores, basado en (Nakajima, Seiichi, 1991)

ETAPA 1: ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DEL TPM

Paso 1: anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

El gerente de la empresa ORR S.A.S deberá tomar la decisión de implementar TPM en la fábrica, será quien debe tener la mejor disposición, actitud y compromiso para aceptar el reto y que no fracase en el intento, pues esto traerá consigo en sus inicios un gran impacto en la parte financiera y cultural de la empresa.

Se deberá asignar una reunión donde se les muestre a los trabajadores y se brinde la información del proyecto tales como: concepto, beneficios, metas y razones por la cual se decide implementar e iniciar el proyecto, además es necesario resolver cualquier duda que se genere por parte de los operarios, ya que tanto los trabajadores como la gerencia deberán comprometerse para garantizar que el avance proyectado se cumpla y se cree una cultura de TPM, en la cual haya un buen ambiente laboral y personas con capacitación y autonomía.

Paso 2: lanzamiento de campaña educacional

En el segundo paso la gerencia se encargará del diseño de un programa de entrenamiento y capacitación para todos los trabajadores de la empresa. Las capacitaciones deben de ser en temas relevantes para el proyecto entre los cuales están: mantenimiento de las máquinas y equipos, liderazgo y desarrollo, temas para romper la resistencia al cambio y reforzar las herramientas lean que se han aplicado anteriormente. Es necesarios que todas las personas participantes en el proyecto de la implementación estén siempre apoyando con su presencia, debido a que esto les genera conocimiento y demuestra el compromiso frente a toda la organización. Una forma de generar compromiso y fácil entendimiento es realizar actividades que generen valor en cada uno de los trabajadores y estén relacionados con el aprendizaje necesario para la autonomía de cada persona. Algunas de las actividades se pueden realizar con temáticas didácticas para elevar la moral de los trabajadores y que no sientan el TPM como una carga laboral.

Se recomienda el lanzamiento de la campaña con slogan, imágenes, actividades y prendas como gorras y camisetas alusivas al TPM, con el fin de crear un buen entorno laboral y comprometido con los nuevos cambios.

Ilustración 12. Plan de capacitación TPM.

Fuente: Autores

Tabla 24. Formato de lista de asistencia a reuniones TPM.

ORR S.A.S	LISTA DE ASISTENCIA A REUNIONES TPM			
TEMA DE CAPACITACIÓN/REUNIÓN: _____				
FECHA: _____		HORA INICIO: _____	HORA FIN: _____	
DIRECTOR DE LA REUNIÓN: _____		FIRMA: _____		
N°	Nombres y apellidos	Área	Cargo	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Notas adicionales:				

Fuente: Autores

Paso 3: crear organizaciones para promover el TPM

Debido al tamaño de la empresa, se propone la creación de tres subgrupos (dirección por secciones) para la parte operativa de la empresa, en la cual se tendrá un líder en cada uno para facilitar la comunicación de forma horizontal y vertical de acuerdo con la estructura jerárquica de la empresa, en cada grupo se tendrá el acompañamiento de la dirección media y alta dirección. Los grupos deben ser capacitados exhaustivamente en temas de mantenimiento haciendo énfasis en el mantenimiento autónomo, debido a que es una debilidad que tiene la empresa, pues estos mantenimientos son realizados por personas externas. Cada subgrupo tendrá una especialización para la resolución de diferentes tipos de problemas basados en los desperdicios.

Ilustración 13. Dirección por secciones.

Fuente: Autores

Paso 4: establecer políticas y metas para el TPM

Es necesario que la empresa establezca sus políticas y metas para implementar la herramienta de TPM, para el caso de este trabajo se busca reducir el número de prendas defectuosas. Sin embargo, la aplicación de la herramienta trae consigo muchos más beneficios, entre ellos: aumenta la disponibilidad de las máquinas, mejora la cultura empresarial, aumenta la capacidad del proceso, entre otros. Por esta razón, se requiere que la establecer metas cuantitativas para un periodo de tiempo y políticas definidas claramente para establecer un punto de referencia e iniciar el proyecto con una base sólida.

Paso 5: formular un plan maestro para el desarrollo de TPM

Durante esta etapa se realiza la preparación del plan de implementación de TPM, el grupo que compone la gerencia y coordinadores deberá crear un plan de actividades y seguimiento periódico, basado en las metas y objetivos determinados en el paso anterior para garantizar la implementación de la herramienta TPM, asimismo, deberá establecer los presupuestos para llevar a cabo las actividades. El plan maestro deberá centrarse en las cinco actividades de mejora básica:

- Mejorar la efectividad de los equipos.
- Establecer un programa de mantenimiento autónomo.
- Asegurar la calidad.
- Establecer un programa de mantenimiento planeado.

- Educación y entrenamiento para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento.

ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN

Paso 6: el "disparo de salida" del TPM

Una vez realizado los pasos anteriores, la empresa ya está preparada para dar su paso más importante "iniciar la implementación". En esta etapa se recomienda realizar una reunión con todos los trabajadores y su principal proveedor/cliente para indicarle los cambios que se harán gracias a la implementación de la nueva herramienta, en esta reunión también se debe dar a conocer el plan maestro y los principales objetivos. Es necesario que la alta gerencia demuestre el alto compromiso frente a esta nueva responsabilidad, de tal forma que la moral de los trabajadores se vea incrementada y empiecen con una fuerte motivación.

Paso 7: mejorar la efectividad del equipo

En este paso se reúnen los equipos para empezar a buscar soluciones con diferentes herramientas para la resolución de problemas basados en las pérdidas crónicas que generan los equipos. Al ser los primeros proyectos que se realizan a los equipos, se deben escoger líneas piloto para generar confianza a los trabajadores y demostrarle los resultados obtenidos, además también impacta en los conocimientos por experiencia directa de los grupos que generan estos planes de mejora.

Para realizar estos planes de mejora en los equipos se recomienda usar *El análisis PM* desarrollado por el autor Kunio Shirose.

1. Definir el problema.
2. Hacer un análisis físico del problema.
3. Aislar cada condición que pueda causar el problema.
4. Evaluar el equipo, material y método.
5. Planificar la investigación.
6. Investigar las disfunciones.
7. Formular planes de mejora.

Paso 8: establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operarios

Una vez dado el disparo de salida, inmediatamente se debe realizar el mantenimiento autónomo por parte de los operarios. Es importante darles a entender que los trabajadores tienen un papel fundamental y que desde el momento en que inició el proyecto "son parte de la máquina". El programa de mantenimiento autónomo debe avanzar progresivamente sin dejar temas

importantes por capacitar, se recomienda iniciar aplicando lo que se aprendió en herramientas anteriores como las 5's y crear estándares de limpieza y lubricación en los puntos importantes de los equipos.

Paso 9: establecer un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento

Para el caso de la empresa ORR S.A.S al ser una empresa pequeña y no contar con un departamento de mantenimiento, se debe realizar una programación para que las personas externas que realizan los mantenimientos correctivos y preventivos se dirijan a cada máquina y realicen un mantenimiento más profundo. Es necesario que haya una perfecta alineación en los tiempos de programación, de tal forma que no interfiera en los tiempos de producción y no disminuya la capacidad del tiempo ocupado de las máquinas. Se recomienda que los trabajadores de cada uno de los equipos estén presentes en los mantenimientos profundos para conocer más la maquina o equipo que operan y aumentar la experiencia para solucionar problemas de forma rápida.

Paso 10: conducir entrenamiento para mejorar capacidades de operación y mantenimiento

El personal operativo debe estar bien capacitado para enfrentarse a cualquier situación que se le presente durante cada jornada de operación, es por esto que se recomienda capacitar en conocimientos técnicos y operativos de cada máquina, esto con el fin de que el operario pueda resolver problemas, generar ideas para la implementación de elementos a los equipos y conseguir mayor agilidad en el momento de realizar las reparaciones de averías o cualquier tipo de mantenimiento, este aprendizaje se avanzará más rápido de acuerdo con su nivel de conocimiento.

Paso 11: desarrollo temprano de un programa de gestión de equipos

Este paso está enfocado principalmente para la compra de nuevos equipos, en el cual se propone que se debe realizar una programación con el departamento técnico para la instalación, adecuación y puesta en operación de la nueva máquina. Además, es necesario hacerle seguimiento constante hasta que se encuentre la estabilidad en el proceso y no genere averías, productos defectuosos o paradas no planeadas. Por otro lado, diseñar los planes de mantenimiento preventivo para garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas.

Paso 12: implantación plena de TPM y contemplar metas más elevadas

En el último paso de la implementación se busca que la herramienta se mantenga durante el tiempo, para esto es necesario que siga con la misma cultura y motivación para garantizar que se continúe con la mejora continua y perfeccionar

cada vez más las herramientas. Por otro lado, una vez cumplido los objetivos se deben establecer nuevas metas más agresivas que traigan consigo mejores resultados y aprendizajes.

9.8. Fichas de especificaciones

Se propone la ficha técnica del producto terminado que contiene las características principales de la pantaloneta marca NKI que se confecciona en la empresa ORR S.A.S, esta ficha sirve como elemento de estandarización para la confección de las diferentes tallas y referencias de pantaloneta.

Figura 14. Ficha técnica de producto terminado.

FICHA TÉCNICA PRODUCTO TERMINADO

FECHA: 20/01/2021		**FABRICADOR:** ORR S.A.S.	**ELABORADO:** autores
VERSIÓN: 2021	**PÁG:** 1/2	**CLIENTE:** industrias NKI	**APROBADO:**

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Pantaloneta deportiva marca NKI

Vista delantera

Vista posterior

MATERIALES:

Fondo en Nautica	Vivo 1	Vivo 2	Cordón	Presillas	Bordado

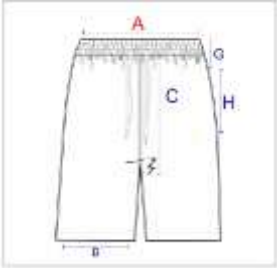
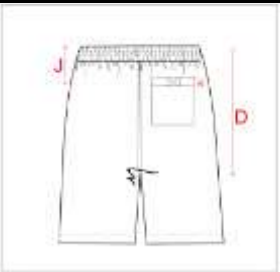
MEDIDAS:

Terminación de la prenda		Tallas				
No.	**Nombre de la medida**	**Tolerancia**	**S**	**M**	**L**	**XL**
A	Cintura	0,5	33	35	37	39
B	Ancho bota	0,5	30	31	32	33
C	Tiro delantero	0,5	28,5	29,5	30,5	31,5
D	Tiro posterior	0,5	38,5	39,5	40,5	41,5
E	Entrepierna	0,5	13,5	15	16,5	18
F	Largo total	1	37,5	40	42,5	45
G	Altura del bolsillo en crudo	N/A	14	14	14	14
H	Boca bolsillo delantero	N/A	16	16	17	17
J	Altura del bolsillo post. En crudo	N/A	14	14	14	14
K	Distancia bolsillo post. A costado	N/A	6	6	7	7
	Corte elástico		67	71	75	80

Fuente: Autores

Figura 14. (Continuación).

FICHA TÉCNICA PRODUCTO TERMINADO			
FECHA: 20/01/2021		**FABRICADOR:** ORR S.A.S.	**ELABORADO:** autores
VERSIÓN: 2021	**PÁG:** 2/2	**CLIENTE:** industrias NKI	**APROBADO:**

Delantero	Costado	Posterior
		

TIPOS DE COLORES Y CONSUMOS:				
Fondo en Nautica	**Vivo 1**	**Vivo 2**	**Cordón sencillo**	**Bordado**
C:	C: 1,10 MTS	C: 18 CM	C: 1,40 MTS	C:
Blanco 01	Turquí 09	Rey 06	Rey 07	Negro
Negro 03	Turquesa 08	Verde neón 15	Verde neón 16	Blanco
Turquí 09	Blanco 01	Rojo 02	Rojo 03	Blanco
Gris oscuro 12	Gris claro 13	Salmón 29	Salmón 30	Blanco

INSUMOS:			
Otros insumos	**Consumo**	**Descripción**	**Color**
Elástico	78 cm	4 cm de ancho	
Calzoncillo malla	0,4	1 unid por prenda	Blanco
Velcro	4 cm	1 unid por prenda	A tono con el fondo
Etiquetas		1 unid por prenda	Blanco y Negro
Marquilla y Bandera		1 unid por prenda	Blanco y Negro
Cinta talla		1 unid por prenda	Blanco y Negro

Fuente: Autores

Además, se propone la ficha técnica del producto en proceso el cual contiene las etapas del proceso y al final la imagen de cómo debe salir el producto en proceso en cada operación.

Figura 15. Ficha técnica del producto en proceso.

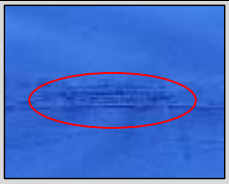
FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO EN PROCESO			
FECHA: 25/01/2021		**FABRICADOR:** ORR S.A.S.	**ELABORADO:** autores
VERSIÓN: 2021	**PÁG:** 1/2	**CLIENTE:** industrias NKI	**APROBADO:**

ENTRADAS	OPERACIÓN	MÁQUINA	SALIDAS	IMAGEN DEL PP
Orden de producción, Tela cortada, Hilos, Agujas, Etiquetas	Preparar boca bolsillo delantero.	F5	Producto terminado, Hilachas, Retazos	
	Pegar adicional a delantero a 1cm, pespuntar a 1cm y fijar.	F5		
	Bordado ubicado en Bolsillo posterior (Según V. de Color) a 13cm del borde superior, centrado vertical y horizontalmente. Pegar velcro a bolsillo posterior haciendo reloj de arena.	Bordadora/ Plana		
	Pegar bolsillo al lado posterior derecho cogiendo bandera 2 cm por debajo del borde superior.	Plana		
	Unir delantero y posterior,envivando Vivo y asentar a 1/16" con 2 agujas abiertas.	Plana		
	Presillar en extremos de boca bolsillo (A tono con el Cordón), Horizontalmente.			
	Unir tiros delantero y posterior, Pespuntar con 2 agujas abiertas.	Presilladora		
	Cerrar entrepierna.	F5/Plana de dos agujas		

Fuente: Autores

Figura 15. (Continuación).

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO EN PROCESO			
FECHA: 25/01/2021		**FABRICADOR:** ORR S.A.S.	**ELABORADO:** autores
VERSIÓN: 2021	**PÁG:** 2/2	**CLIENTE:** industrias NKI	**APROBADO:**

ENTRADAS	OPERACIÓN	MÁQUINA	SALIDAS	IMAGEN DEL PP
Orden de producción, Tela cortada, Hilos, Agujas, Etiquetas	Fijar cinta talla y marquilla en el posterior.	F5	Producto terminado, Hilachas, Retazos	
	Hacer 1 ojal en la pretina en el delantero, a 2.5cm del borde superior, en crudo.	Plana		
	Pegar elástico de 4cm y calzoncillo a cintura de prenda.	Presilladora		
	Enresortar con 3 agujas a tono con el fondo.	F4		
	Presillar en remate posterior y tiro.	Multiagujas		
	Dobladillar 2cm sobre 2cm.	Presilladora		
	Etiquetar y empacar			

Fuente: Autores

9.9. Manual de defectos

La *Ilustración 14* representa el acceso directo para acceder al manual de defectos que se propuso para la empresa ORR S.A.S. Este documento para efectos del trabajo estará disponible en la plataforma Google Drive como documento público en el usuario de uno de los autores del presente trabajo. Sin embargo, para la empresa estará disponible en los computadores de las propias instalaciones.

Ilustración 14. Manual de defectos.

Fuente: Autores

9.10. Indicadores

Se proponen indicadores para el control y seguimiento de la operación y el tema de reprocesos que es la problemática para tratar en este proyecto. Además, se busca de que con la implementación de los indicadores la empresa detecte rápidamente problemas o encuentre anomalías en el proceso. Se sugiere que el coordinador sea el encargado de supervisar y divulgar los indicadores de la *Tabla 25*,*Tabla 26Tabla 27Tabla 28Tabla 29*Tabla 30.

Tabla 25. Indicador de productividad en unidades.

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Proceso	Confección de pantalonetas marca NKI	**TIPO DE INDICADOR**		
Nombre del indicador	Productividad en unidades.	**Eficiencia**	**Eficacia**	**Efectividad**
Objetivo del indicador	Medir la productividad de la planta en unidades confeccionadas en un intervalo de tiempo versus la meta de unidades a confeccionar en el mismo intervalo.			X
		Versión		**Fecha**
Responsable de la medición	Supervisor del área de operaciones (producción)	001		29/01/2021

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR			
Unidad de medida			**Fuente de información**
Porcentual **%**			Registros en el tablero o formato de control de la producción de la empresa.
Meta			**Frecuencia de recolección**
≥ 90%			Cada hora
Rango			**Frecuencia de seguimiento**
VERDE	Óptimo	≥ 90%	Diario
AMARILLO	Tolerable	≥75%<90%	**Periodo de análisis**
ROJO	Deficiente	<75%	Semanal

Fórmula de cálculo

$$Productividad\ en\ unidades = \frac{Unidades\ confeccionadas\ en\ un\ intervalo\ de\ tiempo}{Unidades\ meta\ a\ confeccionar\ durante\ el\ mismo\ int.\ tiempo}\ x\ 100\%$$

Elaborado por:	Autores	Revisado por:	
Aprobado por:	ORR S.A.S.		

Fuente: Autores

Tabla 26. Indicador de reprocesos.

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Proceso	Confección de pantalonetas marca NKI	**TIPO DE INDICADOR**		
Nombre del indicador	Indicador de reprocesos	**Eficiencia**	**Eficacia**	**Efectividad**
Objetivo del indicador	Medir la relación entre las unidades defectuosas que se pueden recuperar frente al total de la producción.	X		
		Versión		**Fecha**
Responsable de la medición	Supervisor del área de operaciones	001		29/01/2021

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR			
Unidad de medida			**Fuente de información**
Porcentual **%**			Formato de control de reprocesos.
Meta			**Frecuencia de recolección**
≤ 5%			Diario
Rango			**Frecuencia de seguimiento**
VERDE	Óptimo	≤ 5%	Semanal
AMARILLO	Tolerable	>5 ≤10%	**Periodo de análisis**
ROJO	Deficiente	>10%	Mensual

Fórmula de cálculo

$$Unidades\ no\ conformes = \frac{Unidades\ a\ reprocesar}{Total\ de\ la\ producción}\ x\ 100$$

Elaborado por:	Autores	Revisado por:	
Aprobado por:	ORR S.A.S.		

Fuente: Autores

Tabla 27. Indicador de índices de rechazos.

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Proceso	Confección de pantalonetas marca NKI	**TIPO DE INDICADOR**		
Nombre del indicador	Índices de rechazos.	**Eficiencia**	**Eficacia**	**Efectividad**
Objetivo del indicador	Evaluar la cantidad de rechazos por productos.	X		
		Versión		**Fecha**
Responsable de la medición	Supervisor del área de operaciones	1		29/01/2021

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR			
Unidad de medida			**Fuente de información**
Porcentual **%**			Formato de control de entregas.
Meta			**Frecuencia de recolección**
			Semanal
Rango			**Frecuencia de seguimiento**
VERDE	Óptimo	≤15%	Semanal
AMARILLO	Tolerable	>15% ≤20%	**Periodo de análisis**
ROJO	Deficiente	>20%	Trimestral

Fórmula de cálculo

$$Rechazos = \frac{Unidades\ rechazadas}{\text{Total de}\ unidades\ entregadas}\ x\ 100$$

Elaborado por:	Autores	Revisado por:	
Aprobado por:	ORR S.A.S.		

Fuente: Autores

Tabla 28. Indicador de porcentajes de rechazos en la recepción de productos.

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Proceso	Confección de pantalonetas marca NKI	**TIPO DE INDICADOR**		
Nombre del indicador	Porcentaje de rechazos en recepción de productos.	**Eficiencia**	**Eficacia**	**Efectividad**
Objetivo del indicador	Reflejan la calidad del servicio de proveedores y subcontratistas, teniendo en cuenta el porcentaje de productos que son rechazados por la organización.	X		
		Versión		**Fecha**
Responsable de la medición	Supervisor del área de operaciones	1		29/01/2021

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR			
Unidad de medida			**Fuente de información**
Porcentual **%**			Formato de control de recibidos.
Meta			**Frecuencia de recolección**
Establecida por el proveedor			Semanal
Rango			**Frecuencia de seguimiento**
VERDE	Óptimo		Mensual
AMARILLO	Tolerable		**Periodo de análisis**
ROJO	Deficiente		Trimestral

Fórmula de cálculo

$$Porcentaje\ de\ rechazos\ en\ recepción\ = \frac{Nº\ de\ artículos\ rechazados}{Nº\ Total\ de\ artículos\ recepcionados}\ x\ 100\%$$

Notas adicionales: este indicador sólo es de medición y sirve para llevar el control de los proveedores, la meta la establece cada proveedor.

Elaborado por:	Autores	Revisado por:	
Aprobado por:	ORR S.A.S.		

Fuente: Autores

Tabla 29. Indicador de cumplimiento de 5’S.

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Proceso	Confección de pantalonetas marca NKI	**TIPO DE INDICADOR**		
Nombre del indicador	Cumplimiento de 5'S	**Eficiencia**	**Eficacia**	**Efectividad**
Objetivo del indicador	Refleja el cumplimiento de limpieza de la herramienta 5'S	X		
		Versión		**Fecha**
Responsable de la medición	Supervisor del área de operaciones	1		29/01/2021

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR			
Unidad de medida			**Fuente de información**
Porcentual **%**			Formato de control del limpieza en el puesto de trabajo
Meta			**Frecuencia de recolección**
≥ 90%			Semanal
Rango			**Frecuencia de seguimiento**
VERDE	Óptimo	≥ 90%	Mensual
AMARILLO	Tolerable	≥75%<90%	**Periodo de análisis**
ROJO	Deficiente	<75%	Mensual

Fórmula de cálculo

$$Porcentaje\ de\ rechazos\ en\ recepción\ = \frac{Nº\ de\ días\ que\ se\ realizó\ la\ limpieza\ en\ un\ periodo\ de\ tiempo}{Nº\ Total\ de\ días\ trabajados\ en\ un\ periodo\ de\ tiempo}\ x\ 100\%$$

Notas adicionales: este indicador sólo es de medición y sirve para llevar el control de los proveedores, la meta la establece cada proveedor.

Elaborado por:	Autores	Revisado por:	
Aprobado por:	ORR S.A.S.		

Fuente: Autores

Tabla 30. Indicador productividad del operario.

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES				
Proceso	Confección de pantalonetas marca NKI	**TIPO DE INDICADOR**		
Nombre del indicador	Productividad del operario.	**Eficiencia**	**Eficacia**	**Efectividad**
Objetivo del indicador	Medir la productividad del operario por prendas confeccionadas en un intervalo de tiempo versus la meta de unidades a confeccionar en el mismo			X
		Versión		**Fecha**
Responsable de la medición	Supervisor del área de operaciones (producción)	001		29/01/2021

INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL INDICADOR			
Unidad de medida			**Fuente de información**
Porcentual **%**			Registros en el tablero o formato de control de la producción de la empresa.
Meta			**Frecuencia de recolección**
≥ 90%			Cada hora
Rango			**Frecuencia de seguimiento**
VERDE	Óptimo	≥ 90%	Diario
AMARILLO	Tolerable	≥75%<90%	**Periodo de análisis**
ROJO	Deficiente	<75%	Semanal
Fórmula de cálculo			
$Productividad\ en\ unidades = \frac{Unidades\ confeccionadas\ en\ un\ intervalo\ de\ tiempo}{Unidades\ meta\ a\ confeccionar\ durante\ el\ mismo\ int.\ tiempo}\ x\ 100\%$			
Elaborado por:	Autores	Revisado por:	
Aprobado por:	ORR S.A.S.		

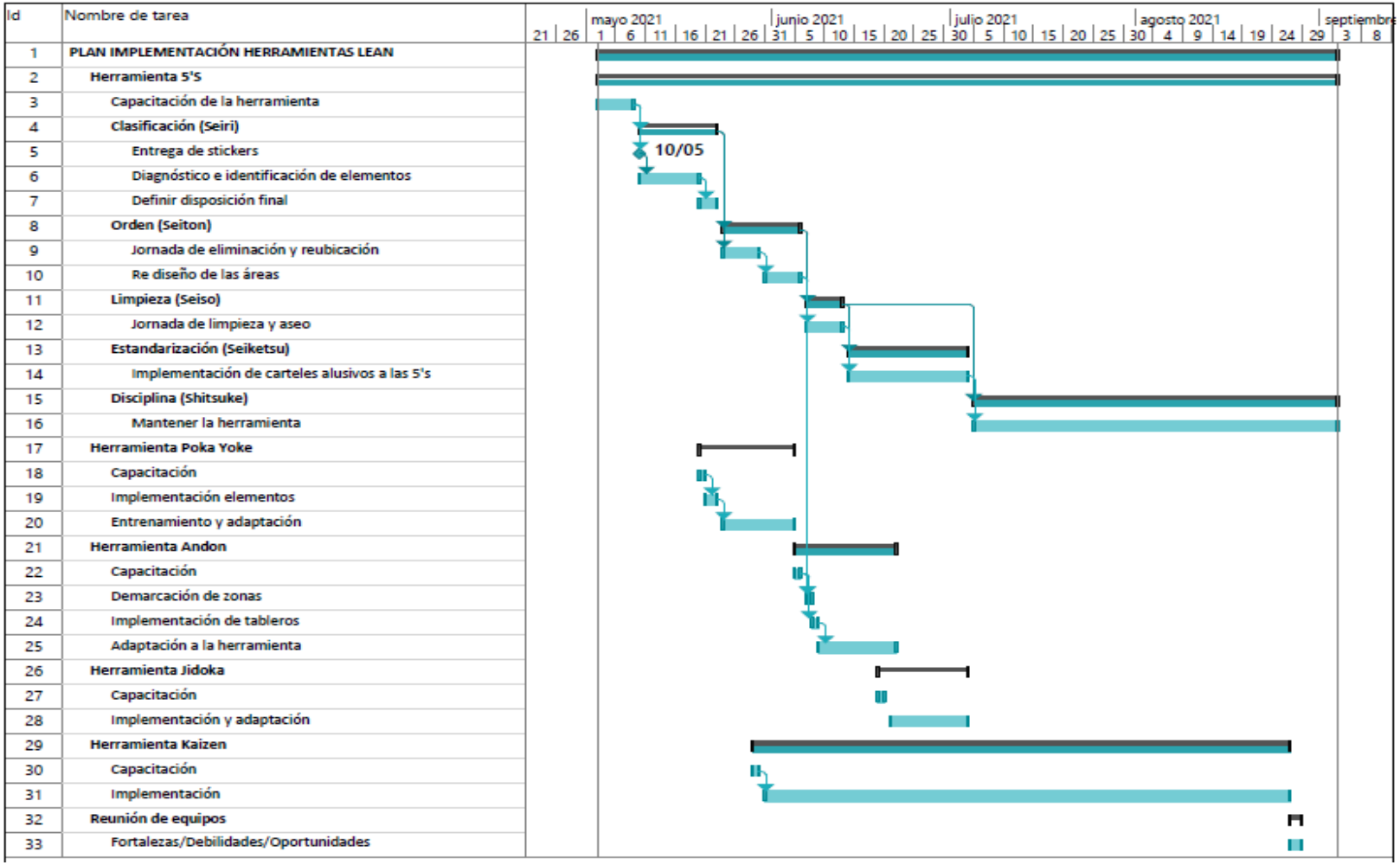
Fuente: Autores

Una vez mencionados los indicadores propuestos para el aumento del control y seguimiento, se procede a establecer el cronograma de implementación de las herramientas.

9.11. Plan de implementación

En la Ilustración 15, se observa el cronograma que se sugiere para la implementación de las herramientas mencionadas en dicho trabajo, se recomiendo a la empresa que siga el orden del cronograma y no implemente herramientas de forma simultánea, debido a que las capacitaciones formaran una estructura sólida de conocimientos y cultura para la obtención de mejores resultados en las siguientes herramientas.

Ilustración 15. Cronograma de implementación de las herramientas.



Fuente: Autores

10. ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO

El análisis de costo-beneficio es una herramienta que calcula la cantidad de beneficios que genera un proyecto a la empresa con relación a la inversión que se realiza para obtener estos resultados. La rentabilidad de un proyecto siempre dependerá de la cantidad de beneficios que genere para una empresa. Hay dos tipos de beneficios que, por la información que proveen para la toma de decisiones, deben ser considerados en la evaluación de una inversión e incorporados en la construcción de los flujos de caja de los proyectos: aquellos que constituyen ingresos y aquellos que no son movimientos de caja[45].

En este caso al tratarse de un proyecto que genera ahorros de costo y no ingresos, no es necesario conocer el nivel de ventas, ni los ingresos de la empresa. Actualmente, los trabajadores laboran 8 horas diarias y es necesario que ellos reciban capacitación la cual será bonificada por cada hora que reciban. Se estima que los horarios de capacitación se brindarán una vez finalice la producción diaria programada, es decir, de 3:00 p.m. en adelante y programada con anterioridad con los trabajadores de la empresa. A continuación, se indicarán los beneficios y costos de las herramientas mencionadas anteriormente para implementar en la empresa ORR S.A.S.

10.1. Beneficios esperados y costos por herramienta

- **Costo herramienta 5'S**

Beneficios esperados

- Mejora el ambiente laboral y la cultura de los trabajadores.
- Incremento en la productividad de los trabajadores debido a la mejora del bienestar físico y mental.
- Se crean estándares y rutinas para la limpieza de las zonas y equipos.
- Proporciona mejor campo visual del área de confección y los materiales que hay en él.
- Brinda mayor seguridad a los trabajadores debido a que hay menos riesgo de accidentes.

[45] SAPAG CHAIN, Nassir. Proyectos de inversión: formulación y evaluación. Segunda edición. Chile: Pearson Educación de Chile S.A., 2011. 217p.

Detalle de costos de implementación

Tabla 31. Detalle de costos herramienta 5'S.

Detalle del costo	Costo
Patinador	$ 300.000
Papelería	$ 30.000
Capacitador (5 horas)	$ 500.000
Costos trabajadores (24 trabajadores)	$ 600.000
Total	**$ 1.430.000**

Fuente: Autores

- **Costo herramienta POKA YOKE**

Beneficios esperados

- Elimina los errores causados por operaciones manuales.
- Incrementa la velocidad en las operaciones.
- Estandariza el lugar del cosido de las pantalonetas de acuerdo con la talla de la pantaloneta.
- Mejora la comodidad de los operarios en su puesto de trabajo.
- Disminuye los rechazos por prendas defectuosas y reprocesadas.

Detalle de costos de implementación

Tabla 32. Detalle de costos herramienta Poka Yoke.

Detalle del costo	Costo
Resortadora	$ 150.000
Bolsillo delantero	$ 30.000
Capacitador (1 hora)	$ 100.000
Costos trabajadores (5 trabajadores)	$ 125.000
Total	**$ 405.000**

Fuente: Autores

- **Costo herramienta JIDOKA**

Beneficios esperados

- Aumenta la productividad en la empresa.
- Disminuye la cantidad de prendas defectuosas y reprocesadas.
- Incrementa la participación de los trabajadores del proceso.
- Aumenta la confianza de los trabajadores por la toma de decisiones.
- Genera confianza a los directivos de la empresa.

- Se localizan las causas de errores rápidamente.

Detalle de costos de implementación

Tabla 33. Detalle de costos herramienta Jidoka.

Detalle del costo	Costo
Buzón de sugerencias	$ 50.000
Capacitación (2 horas)	$ 200.000
Tarjetas de oportunidad	$ 10.000
Costos trabajadores (24 trabajadores)	$ 240.000
Total	**$ 500.000**

Fuente: Autores

- **Costo herramienta ANDON**

Beneficios esperados

- Facilita el control visual de los trabajadores.
- Crea un mejor entorno laboral.
- Mejora la presentación de la empresa por el orden y la limpieza.
- Mejora la comunicación de todos los trabajadores.
- Comunica los objetivos y la situación real de la empresa.

Detalle de costos de implementación

Tabla 34.Detalle de costos herramienta Andon.

Detalle del costo	Costo
Tableros de información (x2)	$ 140.000
Papelería para formatos	$ 30.000
Pintura para demarcación	$ 60.000
Capacitador (2 horas)	$ 200.000
Costos trabajadores (24 trabajadores)	$ 240.000
Total	**$ 670.000**

Fuente: Autores

- **COSTO HERRAMIENTA KAIZEN**

Beneficios esperados

- Busca siempre la mejora continua en lugares o actividades con oportunidades de mejora.
- Mejora el trabajo en equipo.

- Se plantean soluciones rápidas a objetivos propuestos.
- Aumenta la participación de los trabajadores.
- Busca aumentar la productividad de la empresa.

Detalle de costos de implementación

Tabla 35. Detalle de costos herramienta Kaizen.

Detalle del costo	Costo
Costos trabajadores (24 trabajadores)	$ 288.000
Capacitación (1 hora)	$ 100.000
Total	**$ 388.000**

Fuente: Autores

- **RESUMEN DEL COSTO DE LAS HERRAMIENTAS**

La Tabla 36 muestra el resumen de la inversión de las herramientas mencionadas anteriormente, las cuales serán consideradas en la inversión necesaria para la implementación en la empresa.

Tabla 36. Resumen inversión por herramienta.

COSTOS POR HERRAMIENTA	
HERRAMIENTA	**COSTO IMPLEMENTACIÓN**
5'S	$ 1.430.000
POKAYOKE	$ 405.000
ANDON	$ 670.000
JIDOKA	$ 500.000
KAIZEN	$ 388.000
TOTAL	**$ 3.393.000**

Fuente: Autores

10.2. Análisis de sensibilidad del proyecto

Para realizar el análisis de sensibilidad fue necesario crear tres escenarios: optimista, pesimista y real. La simulación se realizó en un software llamado Risk Simulator, el cual es un complemento de Excel y sirve para de correr modelos económicos, en este caso está basado en tres escenarios para conseguir resultados estadísticos que indiquen los rangos y el riesgo sobre los que puede variar el proyecto.

Los tres escenarios varían en cuanto al ahorro que se generaría de acuerdo a la cantidad de prendas defectuosas que la empresa generaría mensualmente, en

este cálculo se incluye el costo de reprocesar las prendas defectuosas, costo de energía eléctrica y costo del viaje.

Tabla 37. Escenarios cálculo de ahorro por unidades defectuosas

DETALLE	Escenario optimista	Escenario real	Escenario pesimista
Promedio de prendas defectuosas por día	20	33	45
Promedio de prendas defectuosas por mes	480	792	1080
Costo por prenda de los reprocesos	$ 1.500	$ 1.500	$ 1.500
Gasto energía	$ 100.000	$ 100.000	$ 100.000
Costo viaje a Cali	$ 260.000	$ 260.000	$ 260.000
COSTO POR REPROCESOS	**$ 1.080.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.980.000**

Fuente: Autores

La simulación se realiza en el flujo de caja (ver Tabla 38), específicamente en la variación de lo que deja de ganar la empresa a causa de los reprocesos, basado en los tres escenarios mencionados en la Tabla 38 se toma como rango de entradas entre $1.080.000 y $1.980.000 mensualmente. El objetivo de realizar la simulación es conocer los rangos en los que puede variar el valor actual neto ("VNA") y la tasa interna de retorno ("TIR"). La tasa de interés de oportunidad que se utilizó fue del 13,5%.

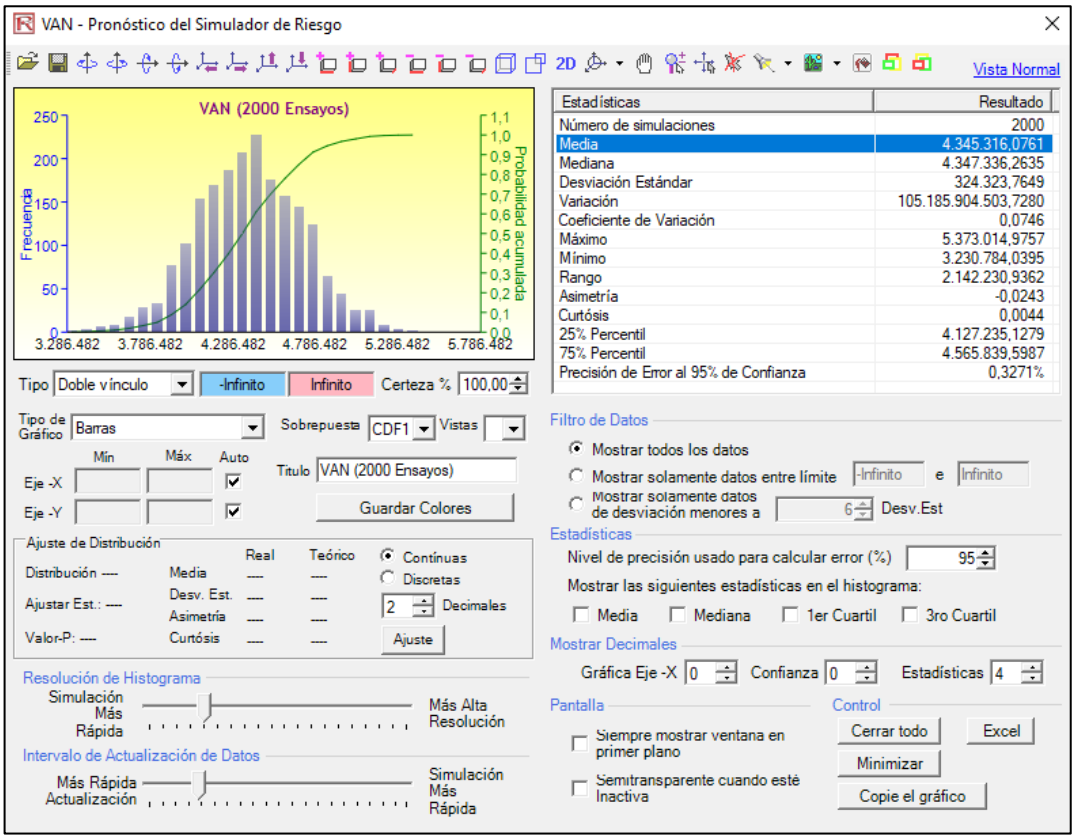
Tabla 38. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Ingresos por ahorro	$ -	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000	$ 1.548.000
Inversión	- 3.393.000	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**-$ 3.393.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**	**$ 1.548.000**

Fuente: Autores

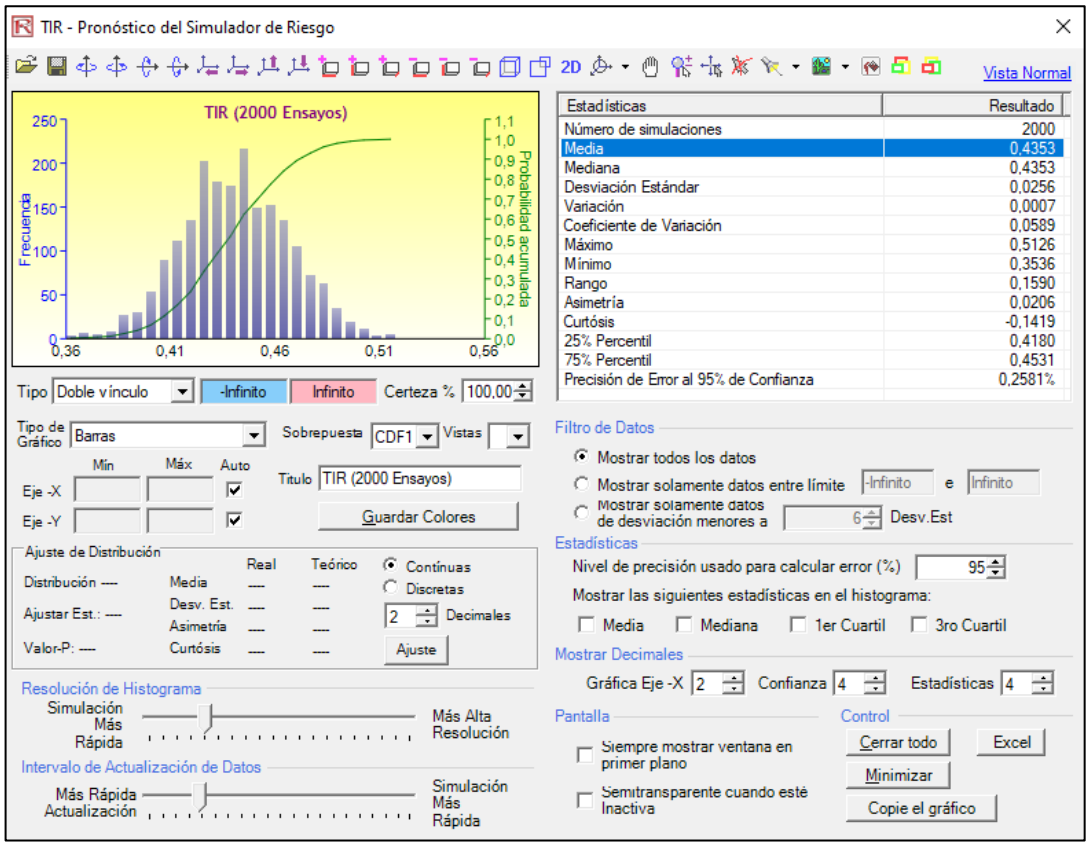
El resultado antes de la simulación indica que el VAN del proyecto es $4.405.286 pesos colombianos, con una tasa interna del 44% y costo beneficio del 2,28 veces lo invertido. Sin embargo, para realizar la validación del modelo económico, se realiza una simulación con 2.000 corridas, los resultados fueron los que se muestran en la Figura 16 y Figura 17 para el VAN y TIR, respectivamente.

Figura 16. Simulación para el VAN en Risk Simulator.



Fuente: Autores

Figura 17. Simulación para la TIR en Risk Simulator.



Fuente: Autores

En ambos casos al dar como resultado el VAN siempre mayor a 0 y TIR en ningún caso menor a la tasa de interés de oportunidad, significa que si la empresa realiza una aplicación correcta de las herramientas mencionadas anteriormente se conseguirán beneficios económicos positivos.

10.3. Validación de la propuesta

Para comprobar que las herramientas propuestas sirven para la disminución de reprocesos en la empresa, inicialmente se consultaron en trabajos donde se podía comprobar que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el sector textil han llevado a que las empresas encuentren un punto de equilibrio y puedan lograr el objetivo de controlar los defectos y reprocesos en la producción, es el caso de:

1. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLAYERAS DEPORTIVAS EN LA EMPRESA FABRICAS DE MÉXICO de Barboza Zavala Concepción Azucena, M.I. González Martínez Liz Azucena. Vol. 3 NE-2**,** Quinto Encuentro de Jóvenes Investigadores 2017. Donde se

realiza el proyecto en una empresa maquiladora textil productora de playeras deportivas, en la cual detectan la principal problemática de variabilidad en las piezas, esto a causa de algunos defectos. Tiene como objetivo principal disminuir la variabilidad de dicho proceso, para ello se utiliza un control estadístico con herramientas de calidad las cuales son; diagrama de pareto e Ishikawa, carta de control c, hoja de registro, OPL y "5's". Obteniendo como resultado una reducción en porcentaje de producto defectuoso que se genera a un 29.88% en comparación al anterior de 41.51%.

2. Diseño de plan de mejoramiento para la reducción de unidades defectuosas en el proceso de fabricación de prendas para vestir en la empresa confecciones YAKOLI SAS utilizando las herramientas de la metodología *Lean Six Sigma.* VASQUEZ, GONZALEZ, Camilo, Iván. 2017. Tiene como objetivo principal disminuir la cantidad de unidades defectuosas en un proceso de producción de blusas, en el cual aplicaron diagramas de pareto, gráficas de control, sigma del proceso, LUP's, fichas técnicas, 5's, entre otros. Obteniendo como resultado una reducción de unidades defectuosas de casi el 50%.

3. Propuesta de diseño para la disminución de defectuosos en la producción de gorras de la microempresa ZCAP. MARTINEZ, MARTINEZ, ORTEGA, Daniela, Angélica, Nicolás. 2017. El objetivo de este trabajo es rediseñar el proceso de confección de gorras para disminuir el número de artículos defectuosos y aumentar la utilidad, esto se logró empleando herramientas como: diagramas analíticos, diagrama de Ishikawa, diagrama de pareto, dispositivos Poka Yoke, SMED, Kaizen e indicadores, como resultado se obtuvo un incremento de la tasa de producción del 33,19% y estimaron una reducción de productos defectuosos en el peor de los escenarios del 50%.

4. Propuesta de Mejora de Procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing en la confección de Calentadores de Brazo para elevar la productividad en una Pyme textil en Arequipa. ESCALANTE, VALENCIA, Álvaro, Gloria. 2019. Tiene como objetivo propuesta de mejora basada en utilización de Herramientas de Lean Manufacturing que permita incrementar la productividad del área de producción, se utilizaron las herramientas 5'S y Poka Yoke, obteniendo como resultado una reducción de prendas defectuosas del 85,84%.

En el transcurso del desarrollo del trabajo se pudo hablar con el gerente de la empresa ORR S.A.S. quien actuaba como administrador de la misma y estaba a cargo de la empresa, se pudo detectar a simple vista la falta de 5`S en la organización, por lo anterior la empresa en el transcurso de la pandemia vivida en el año 2020 a causa del Covid-19 sufrió cambios a favor y así mejorar los problemas que se estaban presentando, uno de ellos fue el cambio de

administrador quien llego implementando la herramienta 5'S y realizó una redistribución en la plata con la ayuda de la organización y las sugerencias de los autores del trabajo, lo que le permitió ir creando un mejor clima laboral en las operaciones.

El proceso de ajustes y mejoras actualmente está en marcha, pero se puede observar al ingresar a la planta, especialmente al área de producción, un orden y limpieza que permite que el operario labore en un puesto de trabajo acorde a sus necesidades y sea él quien esté a cargo al culminar cada turno de dejar el puesto de trabajo de la mejor forma posible, siguiendo un protocolo de limpieza y orden ya establecido por el administrador.

La aplicación de este orden y limpieza ha permitido el control de la producción, la adecuada supervisión y además disminuir reprocesos y prendas defectuosas que, si no son detectadas en el área de calidad de la empresa, llegan hasta la ciudad de Cali implicando un rechazo por parte del cliente NKI.

Como se puede observar en la Ilustración 16 es la empresa ORR S.A.S. antes de implementar mejoras en su distribución, orden y aseo; en cambio, la Ilustración 17 demuestra el ambiente con las mejoras que ha tenido la organización en los espacios y puesto de trabajo, aquí ya el operario juega un papel importante en el cumplimento de los objetivos y la mejora de la organización, ya que tiene una responsabilidad de conservar un buen clima laboral.

Ilustración 16. Empresa ORR S.A.S. antes de las mejoras.

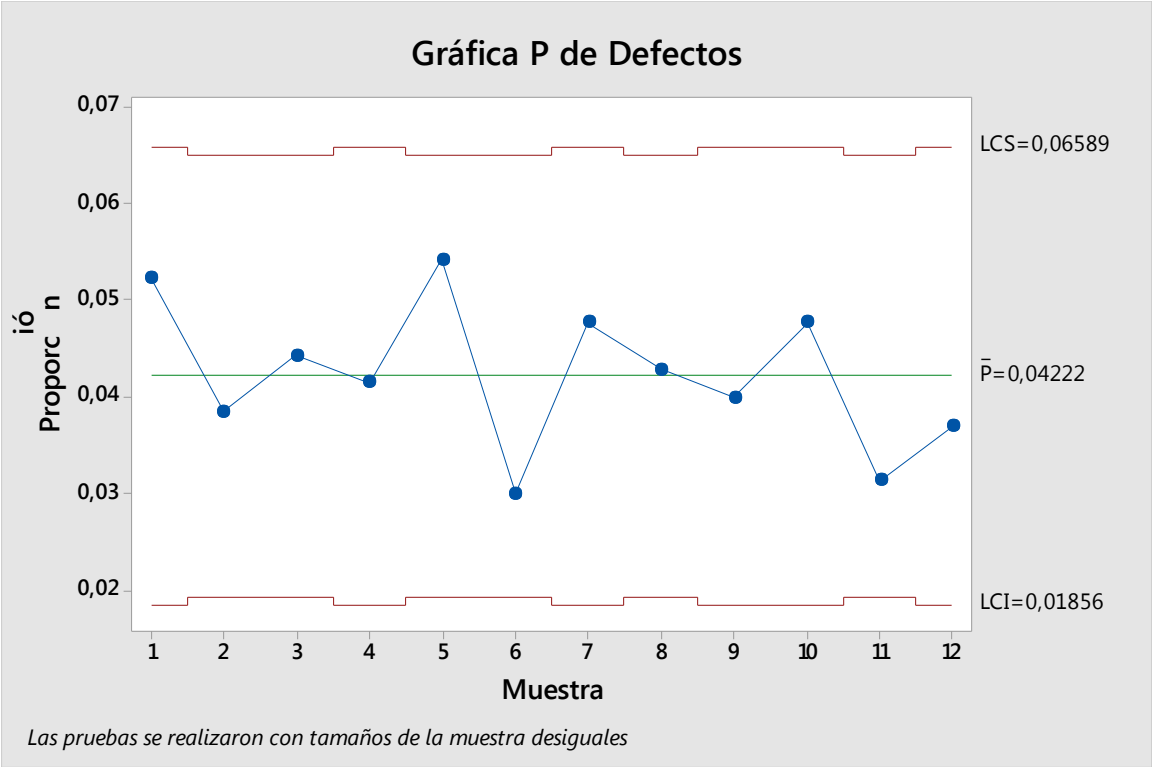
Fuente: Empresa ORR S.A.S

Ilustración 17. Empresa ORR S.A.S. después de las mejoras.

Fuente: Empresa ORR S.A.S

Lo que se procedió a realizar fue un muestreo de dos semanas, desde el 18 de enero del 2021 hasta el 30 de enero del 2021 para identificar como se estaban comportando los reprocesos en la compañía, en la Figura 18 se puede observar el comportamiento de los defectos mediante la carta P, en estas dos semanas donde se obtiene que la implementación tuvo un impacto del 3,5% sobre el total de la cantidad de prendas confeccionadas, pues pasó del 7,70% al 4,22% en promedio.

Figura 18. Gráfico P de defectos después de los cambios.



Fuente: Autores

Con el fin de sacar conclusiones sobre una parte de la implementación de las 5'S, se decide realizar una comparación para evidenciar cuáles fueron los cambios que se dieron al implementar esta herramienta en términos del lugar de trabajo, papel del operario, impacto en las prendas defectuosas y el impacto en los rechazos en por el cliente que contrata el servicio (ver

Tabla *39*).

Tabla 39. Comparación del antes y después de las mejoras en la empresa ORR S.A.S.

ACTIVIDAD	ANTES	DESPUÉS
Orden y aseo de la planta y puestos de trabajo	Área con poco espacio para transitar, disposición de materiales y objetos por cualquier lugar, mucho cableado, obstáculos en el lugar de trabajo.	Zona de trabajo despejada, puestos de trabajos separados y organizados, disminución de cableados, mejoras en la iluminación, orden y limpieza en general.
Papel del operario	Poco interés por las condiciones del puesto de trabajo, no asumían responsabilidades.	Involucramiento en la organización del puesto de trabajo, responsable del buen desempeño y el logro de objetivos
Defectos en las prendas	Reprocesos a causas de defectos en las prendas en promedio de 33 unidades diarias	Reprocesos a causa de defectos en las prendas en promedio de 27 unidades diarias, lo cual equivale a una variación porcentual del 18,18%
Rechazos en Cali	Cantidades grandes de lotes devueltos por incumplir el porcentaje de defectos permitidos en las prendas.	Disminución de lotes devueltos por prendas que no cumplen las especificaciones.

Fuente: Autores

11. RESULTADOS

En el desarrollo del proyecto de grado “PLAN DE MEJORA PARA DISMINUIR LOS REPROCESOS EN UNA EMPRESA DE MAQUILA DE ROPA DEPORTIVA DE LA CIUDAD DE TULUÁ, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING” cuya problemática se centra en mejorar el proceso de maquila de ropa deportiva y disminuir los reprocesos presentes de las operaciones utilizando las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing.

Se obtienen unos beneficios tantos cualitativos como cuantitativos observados anteriormente pero además se logró alcanzar como resultados lo observados en la Tabla 40.

Tabla 40. Resultados por objetivo

RESULTADOS	IMPORTANCIA
Diagnóstico de las operaciones y tiempos requeridos para la operación.	Se obtuvo una documentación del proceso como se está llevando a cabo actualmente y se pudo reconocer las distancias recorridas entre máquinas, la productividad promedio de la pantaloneta es de 9,14 pantalonetas por hora, además de saber que la operación que requiere mayor tiempo es la de asentar el bolsillo delantero.
Identificación y evaluación de los problemas que afectan el sistema productivo	Por medio de un muestreo y los gráficos se identificó que los reprocesos presentes por defecto actualmente alcanzan el 7,7% en promedio sobre el total de producción en las operaciones principalmente de: resorte, ruedo, pegar calzoneta, bolsillo delantero, presilla, y las pantalonetas sucias a causa de los tres defectos mayormente recurrentes en la organización los cuales son: Pellizco, Salto en la costura y Remate mal realizado.
Matriz AHP para identificar las herramientas	Con la ayuda de los tres criterios de selección mencionados anteriormente en el documento, se pudo seleccionar las herramientas que aportaban a la solución del trabajo y además se acomodaban a las condiciones de la empresa, implicando una aceptación favorable para la misma.
Diseño de plan de mejora para disminuir los reprocesos empleando herramientas de *Lean Manufacturing.*	Se logró diseñar un plan para la implementación de las herramientas 5’S, Poka Yoke, Jidoka, Andon, y Kaizen, de tal forma que se adapte a las condiciones de la empresa y contribuya a la solución de disminuir las prendas defectuosas.

Tabla 40. (Continuación)

Análisis costo - beneficio	Por medio del análisis de costo beneficio, se logró conocer cuál sería el costo de inversión para la implementación de las herramientas y el beneficio que traería consigo dicha implementación; como resultado económico, el proyecto se considera viable por generar VAN > 0 y TIR > TIO.

Fuente: Autores

12. CONCLUSIONES

ORR S.A.S. es una microempresa que debe satisfacer a un solo cliente, por lo cual se concluye que su estructura se debe centrar en identificar aquellos atributos que satisfacen al cliente quien actúa igualmente como proveedor, así mismo se debe trabajar con los insumos de la mejor calidad para que el producto obtenido cumpla con todas las especificaciones requeridas.

De acuerdo con el cumplimiento del primer objetivo se logró entender el proceso y el funcionamiento de la empresa por medio de herramientas de ingeniería como el diagrama sinóptico, analítico y estudios de tiempo, los cuales permitieron identificar cuáles eran los procesos que presentaban mayor recurrencia y evidenciar cuales las principales causas que originaban los rechazos en las prendas para poder establecer como meta disminuir el 35% de piezas defectuosas.

Se pudo evidenciar que hay carencias en la recolección de información, pues la empresa hoy en día no se preocupa por recoger y tratar información de datos que salen diariamente para analizar de forma cuantitativa y detectar problemas o encontrar nuevas oportunidades de mejora.

Para el siguiente objetivo se evaluaron las herramientas más reconocidas por la metodología Lean Manufacturing; con ayuda del proceso de análisis jerárquico se escogieron aquellas que se adaptaban mejor a la problemática y a la empresa basados en los criterios de frecuencia, facilidad de implementación e impacto de la herramienta, y así proponer soluciones que sean de rápida adaptación al proceso y no se le dificulte a las personas que trabajan en la organización para el cumplimiento de las mismas.

Continuando con los objetivos, se pudo establecer propuestas de las herramientas seleccionadas, en donde se proponen controles en los modos de causa y efecto de fallas para cada uno de los procesos. Asimismo, se propone un plan detallado para la implementación de herramientas como 5'S, Jidoka, Kaizen, Poka Yoke y Andon para mejorar las condiciones del área de trabajo, involucrar al operario en el control del proceso y mejorar la cultura de la empresa, e impactar directamente en el 80% de las operaciones que generan más reprocesos.

Además, se consolida la propuesta entregando fichas técnicas de indicadores y el producto para el seguimiento y articulación de los procesos, con el fin de garantizar la comunicación y estandarización entre áreas. Por otro lado, se deja establecida una guía para que la empresa que continúe con el proyecto de la implementación de mantenimiento productivo total, pues puede traer consigo

muchos beneficios positivos en temas económicos y solidez en los procesos productivos.

Finalmente, este proyecto demuestra beneficios cualitativos y cuantitativos para empresa, de acuerdo con los cálculos realizados para la valoración económica, el proyecto es viable, debido a un valor presente neto positivo ($4.405.286) y tasa interna de retorno (44%) mayor que la tasa de interés de oportunidad (13,5%), además, si la empresa lo desea, este proyecto no tiene un final establecido, ya que la mejora es continua y siempre mostrará mejores resultados.

Con la validación de la propuesta se puede observar una mejoría en la organización de la empresa, lo que demuestra que con pequeños cambios se logran resultados favorables para la compañía. La referencia de otros trabajos que implementaron herramientas similares en el mismo sector demuestra casos exitosos permitiendo conseguir beneficios, siempre y cuando sean bien implementadas.

13. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa que siga el plan de implementación y no traten de aplicar todas las herramientas de forma simultánea, pues cada herramienta requiere un aprendizaje y adaptación por parte de la gerencia y los trabajadores.

- Se recomienda a la empresa que, una vez aplicadas las herramientas mencionadas en este trabajo, cambien su forma de pensar y sigan buscando oportunidades de mejora de manera continua, de tal forma que obtengan resultados para mejorar su productividad, la calidad de las prendas que confeccionan y, en consecuencia, beneficios económicos para la empresa.

- Realizar auditorías internas en sus procesos por personas capacitadas y preparadas para identificar fallas que se están teniendo y a simple vista no son fáciles de detectar.

- Capacitar y preparar a los operarios que ingresan nuevos al cargo para evitar posibles defectos en las prendas por falta de práctica del operario y desconocimiento del proceso.

- Emprender con su propia marca de ropa deportiva para aumentar sus ganancias, debido a que actualmente tienen una buena estructura para sacar un proyecto de este carácter adelante.

- Se debe contratar personal capacitado para el área del control del proceso y la calidad, que le permita ampliar la visión del negocio y buscar la optimización del proceso de tal forma que puedan afrontar y solucionar las dificultades que se puedan presentar en el negocio.

- La empresa debe considerar la opción de manejar principalmente mayor personal en las operaciones consideradas cuellos de botellas en el proceso como lo son: asentar bolsillo delantero, pegar bolsillo trasero y repizar bolsillos delanteros, de esta forma sus procesos no se verán afectados por demoras y esperas debido a retrasos por dichas actividades.

- Crear un plan de incentivos y bonificaciones al trabajador para mejorar el problema de rotación y vacíos en los puestos de trabajo, ya que el sector textil tiene está características, por lo tanto, sería bueno buscar la fidelización del operario que ya ha sido entrenado y capacitado.

14. BIBLIOGRAFÍA

Aiteco consultores: Desarrollo y gestión. Diagrama de Pareto – Herramientas de la Calidad. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/

ARATA, FURLANETTO, Adolfo, Luciano. Manual de gestión de activos y mantenimiento. Santiago de Chile: RIL Editores. 2005.

CARDONA, VELA, Andrés, Juan. Diseño de un plan acción para la reducción del tiempo de ciclo en la línea de producción de tops. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: 2018.

COLOMBIA: Crece importancia de la industria textil. 2019. [Consultado el 1 de abril de 2020]. Disponible en https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2019/09/colombia-crece-importancia-de-la-industria-textil/

COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Documentación, Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC, 2008 (NTC 1486).

Eliminación de desperdicios en una línea de ensamble. Capítulo 2: Marco teórico. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19829/Capitulo2.pdf

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. CAPÍTULO 4: El método AHP. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70496/fichero/Capitulo+4+El+m%C3%A9todo+AHP.pdf

Estadística descriptiva. La investigación. Consultado el: 05 de abril del 2020. Disponible en: https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/index.html

GALLARDO, MORENO, Yolanda, Adonay. Serie: APRENDER A INVESTIGAR. Módulo 3: RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN. Tercera edición. Santafé de Bogotá, D.C. ICFES. 1999. p. 28

GALVEZ, María. Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing. Líma, Perú. 2018.

GARCÍA, GÓMEZ, QUIROGA, VÁSQUEZ, Santiago, Mateo, Anly, Valentina. Rediseño del sistema de producción de una empresa de confecciones mediante

herramientas Lean Manufacturing. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Junio 2019.

GONZÁLEZ, MARULANDA, ECHEVERRY, Henry, Natalia, Francisco. 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. EAN(85). 2018. Pág. 199-218.

HEIZER, RENDER. Jay, Barry. Principios de administración de operaciones. Séptima edición. Naucalpan: Pearson Education de Mexico, 2009.

HERNANDEZ MATÍAS, VIZÁN IDOLPE, Juan Carlos, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: EOI, 2013. Paginación (166).

HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación, Sexta edición. México D.F. McGRAW-HILL, 2014.

Herramientas para el Análisis, Cuantitativo y Cualitativo, Aplicables a sistemas de gestión de la calidad. Diagrama de Causa y Efecto. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causaefecto.htm

INGENIOEMPRESA. Cómo hacer un Análisis del Modo y Efecto de Fallas AMEF. Consultado el: 15 de diciembre del 2020. Disponible en: https://ingenioempresa.com/analisis-modo-efecto-fallas-amef/

Lean Manufacturing 1.0. Análisis de métodos y tiempos. Cómo realizarlo paso a paso. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://leanmanufacturing10.com/analisis-metodos-tiempos

MARTÍNEZ, ORTEGA, MARTÍNEZ, Angélica, Nicolás, Daniela. Propuesta de diseño para la disminución de defectuosos en la producción de gorras de la microempresa ZCAP. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: 4 de septiembre de 2017.

Mendoza, Adel, Solano, Cristian, Palencia, Daniel, & García, David. Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. En: Revista chilena de ingeniería, 27(3), 348-360.

NUÑEZ, Germán. Colombia, cerca de una aguda crisis industrial: Cámara de Confecciones. En línea. 27 abril de 2019. Disponible en: https://diariolaeconomia.com/fabricas-e-inversiones/item/4390-colombia-cerca-de-una-aguda-crisis-industrial-camara-de-confecciones.html.

OCAÑA NAVARRETE, Anabel. “PLAN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD A TRAVÉS DEL CONTROL DE FALLOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE TELA JERSEY EN LA EMPRESA JHONATEX. Ambato, 2016. Trabajo de graduación (título de Ingeniería industrial en procesos de automatización). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial.

ORTIZ, Daisy. MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN TEXTIL. Ambato, Ecuador. 2018.

PACHECO, Josefina. Web y empresas. ¿Qué Es Un Diagrama SIPOC Y Para Qué Sirve? Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: (https://www.webyempresas.com/diagrama-sipoc/).

RAJADELL, SÁNCHEZ, Manuel, José Luis. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010.

RAVE, BENAVIDES, Jorge, Milton. Aproximación del enfoque por procesos y principios Lean para la producción de índigo de una empresa textil. Antioquia: Revista universidad EAFIT. 2010.

SAPAG CHAIN, Nassir. Proyectos de inversión: formulación y evaluación. Segunda edición. Chile: Pearson Educación de Chile S.A., 2011.

SEAMPEDIA. Cómo se clasifica un defecto de prenda. Consultado el: 20 enero de 2021. Disponible en: (https://www.seampedia.com/como-se-clasifica-un-defecto-de-prenda/).

SEAMPEDIA. Puntada, cómo evitar los defectos de costura. Consultado el: 20 enero de 2021. Disponible en: (https://www.seampedia.com/puntada-como-evitar-los-defectos-de-costura/).

SOCCONINI, Luis. LEAN MANUFACTURING: Paso a Paso. MARGE BOOKS, 2008.

TORRES, Iván. IV Consultores. 5 pasos para realizar un Plan de Acciones Correctivas Sin Errores. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: https://iveconsultores.com/plan-de-acciones-correctivas/

VALORA ANALITIK. Crecimiento del sector textil es de 4,8% en 2019; hay más apoyos para empresarios. 2019. Consultado el: 1 de abril de 2020. Disponible en: https://www.valoraanalitik.com/2019/07/23/crecimiento-del-sector-textil-es-de-4-8-en-2019-hay-mas-apoyos-para-empresarios/

VARGAS, MURATALLA, JIMÉNEZ, José, Gabriela, María. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? Carabobo: Revista Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, V(17). 2010. Pág. 153-174.

VARGAS RIAÑO, Diego Andrés. Confecciones: el país está importando en alto nivel. 2019. Consultado en: 1 de abril de 2020. Disponible en: https://www.elcolombiano.com/negocios/economia/confecciones-el-pais-esta-importando-en-alto-nivel-EO11975652

VILANO, José. Fundamentos del Lean Manufacturing. Escuela de organización industrial. Consultado el: 08 de abril del 2020. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75259/componente75258.pdf

15. ANEXOS

Anexo A. Cursograma analítico de la calzoneta.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				~~Operario~~ / Material / ~~Equipo~~							
Diagrama N° 2		**Hoja N°** 1/1		Resumen							
Producto: Pantalonetas marca NKI				Actividad					Actual	Propuesto	Economía
				Operación					**4**		
				Transporte					**1**		
Actividad: Desde que se recibe la materia prima hasta que espera al encargado de juntar la calzoneta con la pantaloneta				Espera					**1**		
				Inspección					**1**		
Método: actual / ~~propuesto~~				Almacenamiento					**1**		
				Distancia (mts.)					**7,4**		
Lugar: Instalaciones de la empresa ORR S.A.S.				Tiempo (seg.-hom.)					**22,8**		
Operario (s): trabajadores de la empresa ORR S.A.S.				Costo Mano de obra Material							
Realizado por:	Ortiz Panchano Luisa Fernanda										
	Pinzon Perez Juan Alejandro										
Aprobado por: Olga Patricia Cobo	**Fecha:** 07/10/2020			**TOTAL**							
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Actividad					OBSERVACIONES		
Son llevadas las piezas a la estación de trabajo		7,4									
Son inspeccionadas											
Son separadas las dos piezas											
Es cosida por los extremos											
Es bordeada la malla											
Es volteada la malla			22,8								
Es almacenada en la caja											
Espera que sea recogida la calzoneta por la siguiente estación											
TOTAL		**7,4**	**22,8**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**			

Fuente: Autores

Anexo B. Cursograma analítico del resorte

CURSOGRAMA ANALÍTICO				~~Operario~~ / Material / ~~Equipo~~					
Diagrama N° 3		**Hoja N°** 1/1		Resumen					
Producto: Pantalonetas marca NKI				Actividad				Actual	Propuesto	Economía
				Operación				**3**		
				Transporte				**2**		
Actividad: Desde que se recibe la materia prima hasta que espera al encargado de coser la calzoneta				Espera				**1**		
				Inspección				**1**		
Método: actual / ~~propuesto~~				Almacenamiento				**0**		
				Distancia (mts.)				**21,5**		
Lugar: Instalaciones de la empresa ORR S.A.S.				Tiempo (seg.-hom.)				**7,1**		
Operario (s): trabajadores de la empresa ORR S.A.S.				Costo Mano de obra Material						
Realizado por:	Ortiz Panchano Luisa Fernanda									
	Pinzon Perez Juan Alejandro									
Aprobado por: Olga Patricia Cobo	**Fecha:** 07/10/2020			**TOTAL**						
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (ssegundos)	Actividad					OBSERVACIONES
Es llevado el resorte a la mesa de corte		19							
Es inspeccionado									
Es medido									
Es cortado									
Es llevado a la máquina de coser									
Es cosido		2,5	7,1						
Espera que sea llevado a la estación de coser el resorte a la pantaloneta									
TOTAL		**21,5**	**7,1**	**3**	**2**	**1**	**1**	**0**	

Fuente: Autores

Anexo C. Cursograma analítico del bolsillo trasero.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				~~Operario~~ / Material / ~~Equipo~~					
Diagrama N° 4	**Hoja N°** 1/1			Resumen					
Producto: Pantalonetas marca NKI				Actividad				Actual	Propuesto	Economía
				Operación				**4**		
				Transporte				**1**		
Actividad: Desde que se recibe la materia prima hasta que espera ser recogido por la siguiente estación**.**				Espera				**1**		
				Inspección				**2**		
Método: actual / ~~propuesto~~				Almacenamiento				**0**		
				Distancia (mts.)				**3,7**		
Lugar: Instalaciones de la empresa ORR S.A.S.				Tiempo (seg.-hom.)				**9**		
Operario (s): trabajadores de la empresa ORR S.A.S.				Costo Mano de obra Material						
Realizado por:	Ortiz Panchano Luisa Fernanda									
	Pinzon Perez Juan Alejandro									
Aprobado por: Olga Patricia Cobo	**Fecha:** 07/10/2020			**TOTAL**						
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Actividad					OBSERVACIONES
Son llevadas las piezas a la máquina de coser		3,7							
Son inspeccionadas									
Son separadas									
Es doblado el borde superior de la tapa									
Es cosido el dobladillo con el velcro									
Es cosido el borde del velcro			9						
Es almacenado el bolsillo trasero en la caja									
Espera a ser recogido por la siguiente estación									
TOTAL		**3,7**	**9**	**4**	**1**	**1**	**2**	**0**	

Fuente: Autores

Anexo D. Cursograma analítico del bolsillo delantero.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				~~Operario~~ / Material / ~~Equipo~~					
Diagrama N° 4		**Hoja N°** 1/1		Resumen					
Producto: Pantalonetas marca NKI				Actividad				Actual	Propuesto	Economía
				Operación				**3**		
				Transporte				**2**		
Actividad: Desde que se recibe la materia prima hasta que espera ser recogido por la siguiente estación				Espera				**2**		
				Inspección				**2**		
Método: actual / ~~propuesto~~				Almacenamiento				**1**		
				Distancia (mts.)				**4,2**		
Lugar: Instalaciones de la empresa ORR S.A.S.				Tiempo (seg.-hom.)				**14,4**		
Operario (s): trabajadores de la empresa ORR S.A.S.				Costo Mano de obra Material						
Realizado por:	Ortiz Panchano Luisa Fernanda									
	Pinzon Perez Juan Alejandro									
Aprobado por: Olga Patricia Cobo	**Fecha:** 07/10/2020			**TOTAL**						
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	Actividad					OBSERVACIONES
Son llevadas las piezas a la máquina de coser		2,3							
Son inspeccionadas									
Son separadas									
Son cosidas el palo con la malla			5,2						
Es almacenada en la caja									
Espera a ser recogido por la siguiente estación									
Es llevado a la máquina de coser		1,9							
Es cosido el palo con la tapa			9,2						
Es almacenado el bolsillo delantero en la caja									
Espera a ser recogido por la siguiente estación									
TOTAL		**4,2**	**14,4**	**3**	**2**	**2**	**2**	**1**	

Fuente: Autores

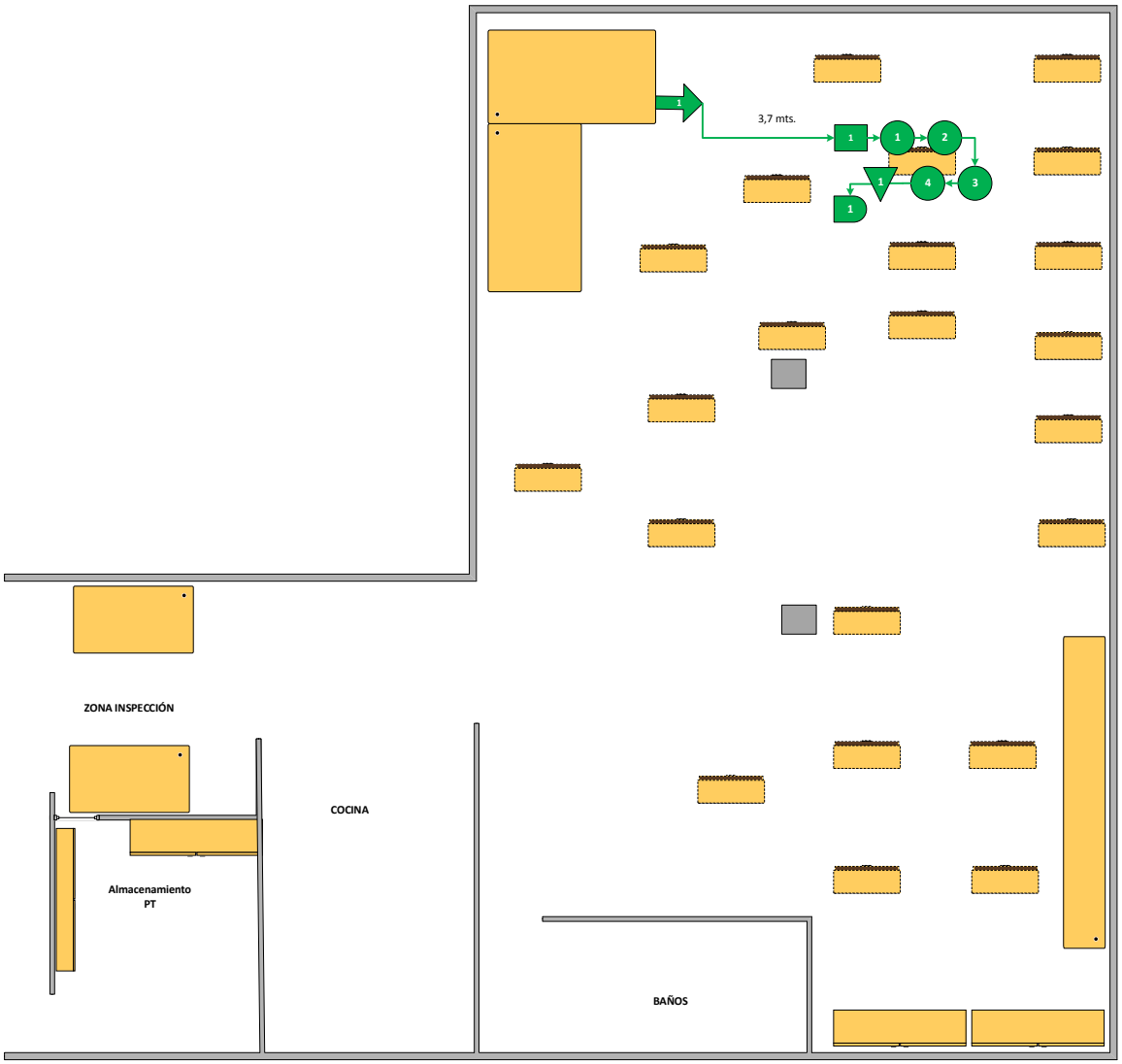
Anexo E. Diagrama de recorrido de la calzoneta.

Fuente: Autores

Anexo F. Diagrama de recorrido del resorte.

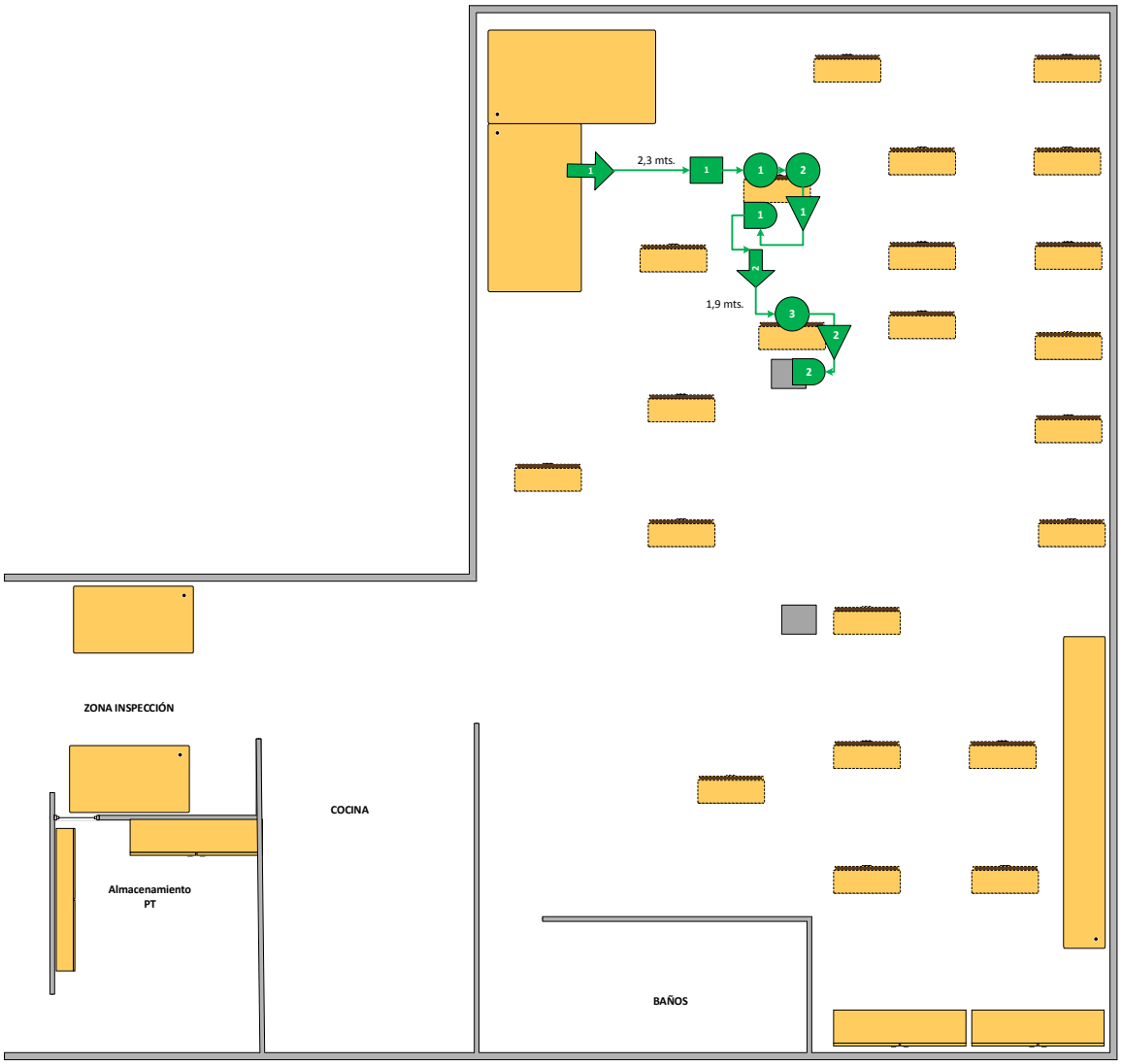
Fuente: Autores

Anexo G. Diagrama de recorrido del bolsillo trasero.



Fuente: Autores

Anexo H. Diagrama de recorrido del bolsillo delantero.



Fuente: Autores

Anexo I. Recolección de muestras del estudio de tiempos.

N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL OPERARIO	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	n
1	Hacer presilla a los bolsillos	X	1	16,52	17,05	14,44	15,64	15,7	16,3	15,62	15,57	17,985	14,25	1	8,0
2	Hacer bolsillo trasero con adhesivo	X	1	7,58	9,03	8,24	9,87	8,07	7,12	7,41	7,6	9,03	7,609	1	17,0
3	Hacer bolsillos delanteros	X	1	9,05	7,702	7,593	7,24	7,209	8,084	9,565	7,85	8,655	7,328	1	15,0
4	Repizar bolsillos delanteros	X	0,8	45,719	48,056	43,715	44,366	49,025	47,85	41,254	44,358	44,121	46,236	1	4,0
5	Pegar las dos partes delanteras	X	1	12,08	13,061	11,933	11,689	13,566	13,895	13,734	13,732	13,009	12,987	1	6,0
6	Pegar bolsillo trasero a parte trasera (incluye banderín y velcro)	X	1	47,08	47,737	46,639	50,048	43,624	48,771	43,263	50,215	45,1	41,21	1	7,0
7	Unión de calzoneta y resorte	X	1,1	21,323	18,711	19,329	25,381	19,851	25,42	18,188	19,77	21,224	19,858	1	22,0
8	Cerrar resorte	X	0,9	7,478	6,582	6,733	7,881	6,492	7,686	6,577	7,553	6,645	6,685	1	9,0
9	Hacer presilla a resorte y calzoneta	X	1	13,351	13,771	14,592	13,904	13,314	13,166	13,159	15,206	13,007	15,42	1	6,0
10	Hacer ruedo	X	0,9	36,202	34,514	39,592	44,706	38,423	37,186	39,511	41,792	36,697	39,47	1	9,0
11	Hacer ojal	X	1	7,548	8,536	7,642	8,572	8,373	9,254	7,246	8,165	7,336	7,596	1	10,0
12	Hacer palos	X	1	5,272	4,833	4,836	4,902	4,182	4,295	4,551	4,752	6,051	4,205	1	20,0
13	Pretina	X	1,05	30,085	27,042	26,496	26,822	32,579	29,345	27,61	32,136	31,157	32,345	1	10,0
14	Asentar bolsillo delantero	X	1	45,017	49,013	51,587	55,904	57,954	51,121	54,348	57,823	52,012	53,958	1	9,0
15	Hacer tiro	X	1	24,415	20,477	23,098	22,658	24,929	20,41	21,684	19,772	21,497	22,785	1	9,0
16	Hacer calzoneta	X	1	21,43	22,996	20,993	20,139	20,451	22,561	20,814	21,575	20,639	19,052	1	5,0
17	Cerrar costados	X	0,9	20,57	22,267	19,046	21,118	19,824	19,0555	22,3695	21,57	20,41	19,966	1	5,0
18	Presilla tiro	X	1	7,1706	7,955552	8,4062	9,052032	8,46	8,144	7,521	8,126	8,425	7,891	2	7,0

Fuente: Autores

Anexo J. Toma de tiempos del estudio.

N° ACT	DESCRIPCION DETALLADA DEL ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Hacer presilla a los bolsillos	15,88	18,364	14,201	15,374	15,913	16,32	14,744	17,127														
2	Hacer bolsillo trasero con adhesivo	8,09	8,15	8,045	12,168	8,08	8,64	7,25	7,69	7,74	7,65	7,51	7,03	8,48	7,771	8,02	8,019	7,385					
3	Hacer bolsillos delanteros	8,946	6,914	8,644	9,11	9,624	8,274	7,757	9,539	7,966	8,301	7,447	7,898	9,681	7,287	8,738							
4	Repizar bolsillos delanteros	43,903	46,278	46,387	44,506																		
5	Pegar las dos partes delanteras	11,415	12,987	13,999	14,013	13,25	13,492	12,875	11,895	13,687													
6	Pegar bolsillo trasero a parte trasera (incluye banderín y velcro)	46,81	43,7	50,3	47,75	45,19	46,729	45,569															
7	Unión de calzoneta y resorte	24,991	19,454	18,299	21,224	20,105	18,936	17,326	18,537	19,008	19,943	18,783	18,269	24,567	19,795	21,622	18,992	21,523	19,788	20,285	21,126	20,018	20,712
8	Cerrar resorte	7,22	7,478	6,651	7,08	7,512	6,876	7,722	8,018	7,528													
9	Hacer presilla a resorte y calzoneta	13,681	14,929	15,331	13,187	14,499	14,46																
10	Hacer ruedo	38,471	42,596	41,116	37,403	40,764	39,924	40,552	39,568	40,661													
11	Hacer ojal	7,721	7,213	7,725	8,595	7,622	7,122	7,303	8,164	7,011	8,278												
12	Hacer palos	4,04	4,482	4,282	4,96	4,292	4,387	5,155	4,599	4,699	4,28	4,381	4,085	4,713	3,994	5,532	4,535	5,448	4,72	4,248	4,511		
13	Pretina	33,673	26,382	31,034	30,059	28,21	29,65	30,850	31,237	31,420	32,023												
14	Asentar bolsillo delantero	55,031	51,783	54,121	47,94	51,981	48,111	51,681	53,017	54,476													
15	Hacer tiro	24,055	22,785	19,846	21,981	20,569	22,48	24,082	24,573	21,086													
16	Hacer calzoneta	22,122	23,842	20,821	19,762	18,865																	
17	Cerrar costados	16,05	24,409	23,238	21,25	19,452	22,077	19,324															
18	Presilla tiro	7,961	8,632	7,549	7,95	8,205	8,475	9,017															

Fuente: Autores

Anexo K. Formato para el registro de unidades defectuosas

PLANTILLA PARA REGISTRO DE UNIDADES DEFECTUOSAS					
Empresa: Orlando Rengifo Rodriguez S.A.S			**Elaborado por:**		**Resumen**
Inicio de recolección:			Juan Alejandro Pinzón Pérez		**Total unids defectuosas:**
Finalización de recolección:			Luisa Fernanda Ortiz Panchano		**Total producidas:**
Proceso: Maquila de pantalonetas			**Hoja:** 1 de 1		**Número de días:**
Cantidad de pantalonetas defectuosas					
Día					
Tamaño del lote					
Tipo de operación	Reproceso	Reproceso	Reproceso	Reproceso	Reproceso
Total unidades defectuosas					

Fuente: Autores

Anexo L. Escala de juicio para la matriz AHP.

Escala numérica	Escala verbal	Descripción
1	Igual importancia.	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	El elemento es moderadamente más importante respecto al otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	El elemento es fuertemente más importante respecto al otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	La importancia del elemento es muy fuerte respecto al otro.	Un elemento domina fuertemente.
9	La importancia del elemento es extrema respecto al otro.	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	
Incrementos 0,1	Valores intermedios entre incrementos (utilice esta escala si cree que su valoración necesita un alto grado de precisión).	
Inversos $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}$	Se utiliza cuando el segundo elemento es mayor en el criterio a comparar.	

Fuente: Mendoza, Adel, Solano, Cristian, Palencia, Daniel, & García, David. Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. En: Revista chilena de ingeniería, 27(3), 348-360.

Anexo M. Matriz normalizada del criterio Frecuencia de selección.

CRITERIO FRECUENCIA DE SELECCIÓN													PONDERACIÓN
MATRIZ NORMALIZADA													
COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS	5`S	ANDON	TPM	POKA - YOKE	JIDOKA	VSM	AMEF	KANBAN	CELDAS DE MANUFACTURA	KAIZEN	SMED	SIX SIGMA	
5`S	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,121
ANDON	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,117
TPM	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,090
POKA - YOKE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,105
JIDOKA	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,109
VSM	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,111
AMEF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,101
KANBAN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,026
CELDAS DE MANUFACTURA	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,044
KAIZEN	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,105
SMED	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,022
SIX SIGMA	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,049

Fuente: Autores

Anexo N. Matriz normalizada del criterio Impacto de la herramienta.

CRITERIO IMPACTO DE LA HERRAMIENTA													PONDERACIÓN
MATRIZ NORMALIZADA													
COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS	5`S	ANDON	TPM	POKA - YOKE	JIDOKA	VSM	AMEF	KANBAN	CELDAS DE MANUFACTURA	KAIZEN	SMED	SIX SIGMA	
5`S	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,050
ANDON	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,026
TPM	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,106
POKA - YOKE	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,048
JIDOKA	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,041
VSM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,027
AMEF	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,074
KANBAN	0,2	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,094
CELDAS DE MANUFACTURA	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,087
KAIZEN	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,103
SMED	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,146
SIX SIGMA	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2	0,198

Fuente: Autores

Anexo O. Matriz normalizada del criterio Dificultad de implementación.

CRITERIO DIFICULTAD DE IMPLEMENTACIÓN													PONDERACIÓN
MATRIZ NORMALIZADA													
COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS	5`S	ANDON	TPM	POKA - YOKE	JIDOKA	VSM	AMEF	KANBAN	CELDAS DE MANUFACTURA	KAIZEN	SMED	SIX SIGMA	
5`S	0,1	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,128
ANDON	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,053
TPM	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,142
POKA - YOKE	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,207
JIDOKA	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,053
VSM	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,053
AMEF	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,055
KANBAN	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,055
CELDAS DE MANUFACTURA	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,070
KAIZEN	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,055
SMED	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,062
SIX SIGMA	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,067

Fuente: Autores

Anexo P. Criterio de calificación de gravedad, frecuencia y detectabilidad para AMEF.

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemen-te, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sinimportancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El clienteobservará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser critico y verse inutilizado el sistema. Produce un gradode insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento deseguridad del producto o proceso y/o in volucra seriamente el incumpli-miento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son g ravescorresponde un 10	9-10
Frecuencia	**Criterio**	**Valor**
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos , ni se ha dado n unca en elpasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos . Es razonablementeesperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o pre vios al actual.Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos simi-lares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	9-10
Detectabilidad	**Criterio**	**Valor**
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los con-troles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasiónescapar a un pr imer control, aunque ser ía detectado con toda segur idad aposteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente . Posiblemente sedetecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimien-tos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: INGENIOEMPRESA. Cómo hacer un Análisis del Modo y Efecto de Fallas AMEF. Consultado el: 15 de diciembre del 2020. Disponible en: https://ingenioempresa.com/analisis-modo-efecto-fallas-amef/