

Propuesta de mejoramiento de procesos productivos mediante aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Pyme Creaciones Salma

Erika Dayana Quiñones Torres
Sergio Esteban Rojas Martínez

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2020

Propuesta de mejoramiento de procesos productivos mediante aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Pyme Creaciones Salma

Erika Dayana Quiñones Torres

Sergio Esteban Rojas Martínez

Director

Luis Alfonso Peña Flórez

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2020

Dedicatoria

A Dios, a nuestros padres y familiares por su amor, trabajo y esfuerzo que nos han inspirado en el proceso de aprendizaje, brindándonos educación, apoyo, consejos y a cada una de las personas que hicieron parte de esta linda aventura, gracias por ser motivación día a día.

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por guiar esta etapa de nuestras vidas, por enseñarnos que a pesar de las dificultades los sueños se cumplen, al gerente Alex Quiñones y trabajadores de Creaciones Salma, quienes siempre estuvieron prestos a brindarnos su apoyo y permitieron el desarrollo del proyecto con su ayuda incondicional.

Al profesor Luis Alfonso Peña Florez quien nos guio durante este proceso, agradecemos sus enseñanzas y su ejemplo como profesional.

Resumen

Creaciones Salma es una empresa pyme dedicada a la fabricación y comercialización de peluches en diferentes referencias y tamaños, unos de los productos más demandados son los leones y los osos, actualmente está ubicada en la ciudad de Bogotá en el barrio Ciudad de Cali.

Este proyecto presenta una propuesta de mejoramiento en los procesos productivos utilizando herramientas de Lean Manufacturing, como las 5's (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), siendo uno de los métodos más importantes para lograr la optimización de procesos en el puesto de trabajo. Herramienta de las tres mudas (muda, mura y muri) no solamente para disminuir los desperdicios, también, aplica para optimizar los tiempos muertos, cuello de botella o excesos. Mediante un diagnóstico en el levantamiento de los procesos se conocen distintos inconvenientes que la empresa ha venido presentando, tales como, exceso de desperdicios específicamente en el área de relleno y corte, falta de organización, devoluciones de productos defectuosos, además, se evidencia un desequilibrio entre la oferta y la demanda.

La propuesta de mejora se realiza con el fin de aumentar la productividad en la empresa Creaciones Salma, así mismo, se realiza una evaluación financiera de la implementación de una máquina de relleno para obtener mejores resultados productivos y económicos teniendo en cuenta la TIR (Tasa Interna de Retorno).

Abstract

Creaciones Salma is a SME company dedicated to the manufacture and marketing of stuffed animals in different references and sizes, one of the most demanded products are lions and bears, it is currently located in the city of Bogotá in the Ciudad de Cali neighborhood.

This project presents a proposal for product improvement using Lean Manufacturing tools, such as the 5's (classification, order, cleaning, standardization and discipline), being one of the most important methods to achieve the optimization of processes in the workplace job. Tool of the three changes (muda, mura and muri) not only to reduce waste, it also applies to optimize downtime, bottlenecks or excesses.

Through a diagnosis in the survey of the processes, different inconveniences that the company has been presenting are found, such as excess waste specifically in the filling and cutting area, lack of organization, returns of defective products, in addition, an imbalance between supply and demand.

The improvement proposal is made in order to increase productivity in the company Creaciones Salma, likewise, a financial evaluation of the implementation of a filling machine is carried out to obtain better productive and economic results taking into account the IRR (Internal Rate return).

Tabla de contenidos

Introducción	12
1. Planteamiento del problema	13
1.1. Antecedentes del problema	13
1.2. Descripción actual de la empresa.....	15
1.2.1. Procesos para la fabricación de peluches.	16
1.3. Descripción del problema	20
1.4. Árbol de problemas.....	29
1.5. Pregunta de investigación	30
2. Objetivos.....	31
2.1. Objetivo general.....	31
2.2. Objetivos específicos	31
3. Justificación	32
4. Marco referencia.....	33
4.1. Marco teórico	33
4.1.1. La 5's.....	33
4.1.2. Las tres Ms.	35
4.1.3. Sistema SMED (Single Minute Exchange of Die).	35
4.1.4. Sistema de producción Toyota (Just in time).	37
4.1.5. Automatización de procesos aplicados en trabajos de grado	38
4.2. Marco conceptual.....	42
4.2.1. Lean Manufacturing.	42
4.2.2. Mejoramiento de procesos.....	43
4.2.3. Productos defectuosos.	43
4.2.4. Células de manufactura	43
4.3. Marco legal	43
4.3.1. Resolución número 3312 de 2019.	43
5. Marco metodológico.....	46
5.1. Tipo de investigación.....	46
5.2. Variables del problema	46
5.3. Población y muestra.....	47

5.4. Fuentes de información.....	47
6. Diagnóstico del estado actual de la empresa frente a las herramientas de Lean Manufacturing.....	48
6.1. Diagnóstico Lean Manufacturing	48
6.2. Diagnóstico actual según las mudas	50
6.2.1. Exceso de transporte.....	50
6.2.2. Procesos inapropiados.....	50
6.2.3. Defectos o productos no conformes.....	56
6.2.4. Actividades o movimientos innecesarios.....	56
7. Análisis financiero.....	63
7.1. Especificaciones por referencia.....	63
7.1.1. Prueba de hipótesis.....	64
7.1.2. Teorema del límite central.....	65
7.1.3. Hipótesis nula e hipótesis alternativa.....	66
7.1.4. Análisis del estadístico de prueba.....	67
7.2. Indicador de productividad	68
7.2.1. Cálculo del indicador de productividad.....	69
7.3. Resumen del diagnóstico actual de la empresa.....	70
8. Aplicación de herramientas lean manufacturing	72
8.1. Propuesta de mejoramiento con la herramienta 5's de Lean Manufacturing.....	72
8.2. Capacitación de empleados en la de herramientas de Lean Manufacturing	76
8.2.1. Evidencia capacitación	76
8.3. Evidencia de implementación de herramientas Lean Manufacturing.....	79
8.4. Plan de auditoria de herramientas Lean Manufacturing	83
8.5. Estandarización de procesos	86
9. Evaluación financiera	89
9.1. Propuesta de optimización de procesos en el área de corte y relleno	92
Conclusiones.....	94
Referencias	95
Anexos.....	98

Lista de tablas

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	22
Tabla 3.....	23
Tabla 4.....	25
Tabla 5.....	26
Tabla 6.....	28
Tabla 7.....	44
Tabla 8.....	48
Tabla 9.....	63
Tabla 10.....	64
Tabla 11.....	66
Tabla 12.....	66
Tabla 13.....	66
Tabla 14.....	68
Tabla 15.....	69
Tabla 16.....	70
Tabla 17.....	71
Tabla 18.....	72
Tabla 19.....	73
Tabla 20.....	73
Tabla 21.....	74
Tabla 22.....	75
Tabla 23.....	83
Tabla 24.....	90
Tabla 25.....	91
Tabla 26.....	91
Tabla 27.....	92
Tabla 28.....	93

Lista de figuras

Figura 1. Oferta – Demanda.....	16
Figura 2. Mapa de procesos, proceso general de la fábrica.....	17
Figura 3. Mapa de procesos, proceso general de la fábrica.....	18
Figura 4. Mapa descriptivo proceso general.	19
Figura 5. Mapa descriptivo proceso general.	20
Figura 6. Perdida de materia prima promedio por mes.	22
Figura 7. Desperdicios de materia prima por proceso.....	24
Figura 8. Gráfica de oferta y demanda promedio mensual.	27
Figura 9. Árbol de problemas.....	29
Figura 10. Definición 5's.	34
Figura 11. Proceso de eliminación de desperdicios para disminuir los costos..	37
Figura 12. Diagrama de Flujo de Proceso por Tiempo Peluche León Grande con Chaqueta.....	39
Figura 13. Problemática del Proceso de Producción.....	40
Figura 14. Proceso de Producción de los Peluche.....	41
Figura 15. Códigos de Mejoras y Cambios.	41
Figura 16. Diagrama de Flujo de Proceso por Tiempo Peluche León Chaqueta Grande.	42
Figura 17. Herramientas Lean Manufacturing en la empresa creaciones SALMA..	50
Figura 18. Instalaciones - área de relleno y bodega	51
Figura 19. Instalaciones - área de relleno y acabados.	51
Figura 20. Instalaciones - área de corte.....	52
Figura 21. Instalaciones – pasillo.....	53
Figura 22. Instalaciones - bodega de corte.....	53
Figura 23. Instalaciones - bodega de corte.....	54
Figura 24. Instalaciones - área de corte.....	54
Figura 25. Instalaciones - bodega área de corte.	55
Figura 26. Instalaciones - área de corte.....	55
Figura 27. Instalaciones - bodega área de corte.	55
Figura 28. Instalaciones - bodega área de corte.	56
Figura 29. Mapa de procesos, proceso de corte de la fábrica.....	57
Figura 30. Mapa descriptivo proceso de corte.	58

Figura 31. Mapa de procesos, proceso de relleno de la fábrica	59
Figura 32. Mapa descriptivo proceso de relleno.	60
Figura 33. Tiempo laborado en la compañía.....	61
Figura 34. Satisfacción laboral.....	61
Figura 35. Incidentes laborales.....	62
Figura 36. Causas de la baja productividad.....	62
Figura 37. Fórmulas de la prueba de hipótesis.....	65
Figura 38. Gráfica de la prueba de hipótesis	68
Figura 39. Producción mensual.....	69
Figura 40. Plan de capacitación.....	76
Figura 41. Inicio de capacitación.....	77
Figura 42. Capacitación de personal 1.....	77
Figura 43. Capacitación de personal 2.....	78
Figura 44. Capacitación de personal 3.....	78
Figura 45. Calificación de piezas.....	79
Figura 46. Área de costura.....	79
Figura 47. Área de costura.....	80
Figura 48. Área de trabajo de costura.....	80
Figura 49. Entrada de la fábrica.....	81
Figura 50. Bodega.....	81
Figura 51. Área de relleno.....	82
Figura 52. Área de corte.....	82
Figura 53. Pasillo principal.....	83
Figura 54. Evidencia auditoria 1.....	84
Figura 55. Evidencia auditoria 1.2.....	85
Figura 56. Evidencia auditoria 2.....	85
Figura 57. Evidencia de auditoria 2.1.....	85
Figura 58. Análisis auditorio.....	86
Figura 59. Formato del plan de estandarización de limpieza (orden y aseo).....	87
Figura 60. Hoja de chequeo 5's.....	88
Figura 61. Tasa interna de retorno.....	89

Introducción

Las empresas pequeñas y medianas en Colombia presentan varios inconvenientes en la producción, debido a que no se aprovechan los recursos o se utilizan de una forma inadecuadamente.

El portal web Colombia Productiva de Mincomercio (Ministerio de Comercio 2019) nos indica con base en metodologías y estudios internacionales errores comunes que se presentan en las pymes que las hacen menos productivas, entre ellas: acumular inventario innecesario, desperdicios de materia prima, altos tiempos de producción, procesos sin estándares de calidad, equipos mal utilizados, etc.

Según (Ministerio de Comercio 2019)

Una empresa es considerada productiva cuando tiene procesos eficientes, con costos reducidos, controlados, con indicadores y con tiempos definidos para cada actividad, que le permiten tener mejores tiempos de respuesta. La productividad de una empresa mejora en la medida en la que reduce costos y tiempos de producción y optimiza sus recursos, tanto materiales como de trabajadores”.

Creaciones Salma es una empresa pyme que ha presentado las problemáticas mencionadas anteriormente, realizando el diagnóstico de los procesos se evidencio que existe un bajo nivel de productividad, teniendo en cuenta el promedio de las unidades producidas es de un 68,4% de cumplimiento en la entrega de pedidos a sus clientes. En cuanto a desperdicios de materia prima se presenta 30% de participación, además de excesos de transporte y actividades innecesarias.

Sin embargo, Creaciones Salma en el diagnóstico actual de las herramientas de Lean Manufacturing obtuvo un 11% de herramientas implementadas que equivalen a 4 de ellas y un 89% sin implementar equivalente a 33 herramientas, siendo un porcentaje elevado, para disminuir estos inconvenientes se realizó una propuesta de mejoramiento en los procesos productivos con el fin de ofrecer una alternativa de mejora, con esto se logró proponer e iniciar la implementación de la herramienta 5’S Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina), además evaluar la herramienta obteniendo resultados beneficiosos para la compañía, adicionalmente se ejecutó el análisis de las mudas.

Finalmente, para enfrentar los bajos índices de productividad se realizó un análisis financiero donde se tuvo en cuenta una inversión inicial y la TIR (Tasa interna de retorno) para efectuar el proyecto.

1. Planteamiento del problema

La productividad representa un papel importante en las empresas, de esto depende el cumplimiento con los clientes, así mismo, utilizando los recursos que generan un valor agregado los pedidos serán entregados en los tiempos estipulados y las cantidades requeridas.

1.1. Antecedentes del problema

A continuación, se identifican diversos conceptos de productividad desde el punto de vista de diferentes autores:

Según la tesina (Levitan Werneke I 2002):

La productividad hace referencia a la administración adecuada de los recursos, reflejando si se está dando un buen manejo a la materia prima en una organización de producción. También se puede definir como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, así mostrando la eficiencia de los recursos humanos para generar bienes o servicios.

Marx define a la productividad del trabajo como un incremento de la producción a partir del desarrollo de la capacidad productiva del trabajo sin variar el uso de la fuerza de trabajo, en tanto que la intensidad del trabajo es un aumento de la producción a partir de incrementar el tiempo efectivo de trabajo (disminuyendo los tiempos ociosos y/o aumentando la jornada laboral).

Por otro lado El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) define productividad así:

La productividad es una medida de qué tan eficientemente se combinaron los factores trabajo y capital para producir valor económico en un año. Una alta productividad implica que se logra producir un nivel más alto de valor económico con menor intensidad de uso de trabajo o capital. (Anon 2020)

El DANE divide estos factores en categorías según niveles educativos, edad y género, además, no se debe confundir el crecimiento de la productividad con el crecimiento económico (Anon 2020).

En el año 2019 la productividad laboral tuvo una participación de 0,91 % del total del crecimiento del valor agregado bruto a precios corrientes presentado durante ese año (7,49%). Durante el año anterior este resultado fue mayor, al aportar 1,09 puntos porcentuales del total de 7,04% de crecimiento a precios corrientes del valor agregado total (Anon 2020).

Tabla 1.

Productividad por actividad económica Valor agregado bruto y Productividad Laboral 2019

Actividad Económica	Valor agregado bruto		Productividad total de los factores		Productividad laboral		Productividad del capital		
	Miles de millones de pesos corrientes	Tasa de crecimiento anual (%)	Aporte al crecimiento del valor agregado ¹ (%)	Tasa de crecimiento anual (%)	Aporte al crecimiento del valor agregado ¹ (%)	Tasa de crecimiento anual (%)	Aporte al crecimiento del valor agregado ¹ (%)		
							Capital TIC	Capital No TIC	Capital Total
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	71.635	15,59	1,20	-0,29	1,72	0,67	0,16	0,69	0,86
Explotación de minas y canteras	58.955	2,32	0,57	-0,65	0,09	-0,27	0,18	0,23	0,41
Industrias manufactureras	117.950	5,93	1,04	-0,44	0,45	-0,17	0,67	0,82	1,50
Suministro de electricidad y gas; y distribución de agua.	29.068	13,51	1,52	-1,17	1,32	-0,11	0,61	0,68	1,29
Actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil	16.101	2,03	2,73	0,15	0,21	0,08	0,25	0,14	0,40
Comercio; alojamiento y servicios de comida	135.646	8,62	2,22	0,43	1,59	-0,11	0,18	0,62	0,80
Transporte y almacenamiento; información y comunicaciones	81.884	6,84	0,80	-0,18	0,84	0,11	1,10	0,55	1,65
Actividades financieras; actividades inmobiliarias; construcción de edificaciones residenciales y no residenciales; y actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores.	179.935	4,87	1,09	0,46	0,22	7,55	0,14	0,38	0,52
Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo; administración pública; educación; salud; actividades artísticas; y construcción de obras de ingeniería civil.	270.635	8,53	2,04	2,52	2,48	-0,16	0,08	0,46	0,54
Total, de la economía	961.808	7,49	2,13	-0,45	0,91	0,21	1,27	0,69	1,95

Nota: Tabla obtenida de (Tang et al. 2018)

Al observar los resultados de los años anteriores representados en la tabla 1, la contribución del factor trabajo al crecimiento del valor agregado durante el año 2017, fue de 0,90 puntos porcentuales, 1,26 puntos porcentuales en el año 2016, y 0,74 puntos porcentuales en el año 2015.

En el sector de la industria manufacturera incluidas las actividades de recuperación de materiales (reciclaje) que descendieron en 0,17%, siendo estas las reducciones más representativas. (Tang et al. 2018)

Creaciones salma es una empresa que carece de procesos estandarizados, control de calidad, validación del buen estado de la maquinaria; se busca una relación para aplicar herramientas o procedimientos que cooperen a promover la mejora de la producción o eliminación de desperdicios, debido a que la empresa lleva poco tiempo posicionándose en el mercado no se enfocan en mejorar el aumento de la eficiencia de los procesos de producción.

1.2. Descripción actual de la empresa

Creaciones salma es una empresa pyme del sector manufacturero fundada en el mes de Agosto del año 2018 ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad de Kennedy en el barrio Ciudad de Cali, en este momento cuenta con una bodega de 72 metros cuadrados. Tiene 11 empleados de los cuales 6 laboran en la fábrica y 5 son satélites, su modalidad de trabajo es por prestación de servicios.

La empresa se dedica a la fabricación y comercialización de peluches, cuenta con una corta trayectoria en el mercado, su fabricación es sobre pedido, es decir, produce únicamente después de haber recibido un pedido de sus productos de acuerdo a los tamaños, diseños y cantidad solicitada. Cuenta con 20 clientes, entre ellos mayoristas fidelizados que principalmente están ubicados en el centro de comercio mayorista de la ciudad. Teniendo en cuenta los datos obtenidos en 20 muestras realizadas en diferentes días de un mes, entre estos clientes realizan pedidos diarios con una demanda máxima de 400 mínima de 100 unidades de peluches en diferentes referencias y diseños como se observa en la figura 1, ya que ellos distribuyen mercancía en grandes cantidades a sus clientes minoristas quienes tiene contacto directo con el mercado final. Cabe resaltar que la empresa adicional a estos clientes mayoristas cuenta con clientes minoristas (tienda a tienda).

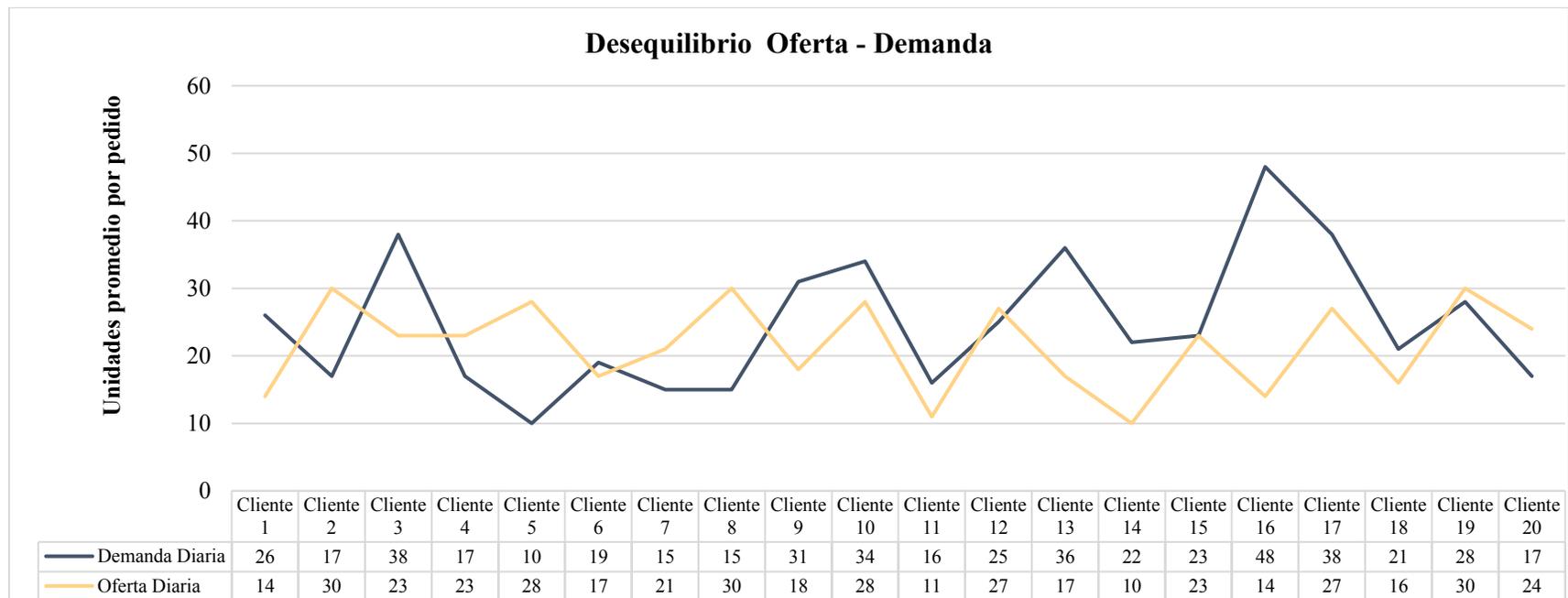


Figura 1. Oferta – Demanda. Autoría propia.

1.2.1. Procesos para la fabricación de peluches.

Para realizar la fabricación de peluches se debe pasar por una serie de procesos como lo son:

1.2.1.1. Proceso de corte. En este proceso se debe preparar la tela en la mesa de trazado en varias capas, medir la tela que se ocupa para cada molde y colocar los moldes sobre la tela para hacer el trazo del mismo (se deben verificar que los trazos sean los correctos y la persona capacitada en esta área efectuará el corte con la respectiva maquinaria).

1.2.1.2. Proceso de costura. En este proceso los operarios de máquina plana son los encargados de coser el peluche uniendo cada una de sus partes hasta formar el forro del peluche.

1.2.1.3. Proceso de relleno y terminado. Los operarios del área de relleno y terminación se encargan de rellenar el peluche de forma manual con el relleno siliconado, deben realizar el cierre del orificio por donde se rellenó el peluche, es decir, coser esta parte a mano, finalmente se deben realizar los terminados tales como pegar los ojos, realizar figuras de la boca o nariz, etc.

En la figura 2 Y 3 se observa el proceso general de la fabricación de peluches en la empresa donde se identifican varios procesos, los cuales se relacionan a continuación.

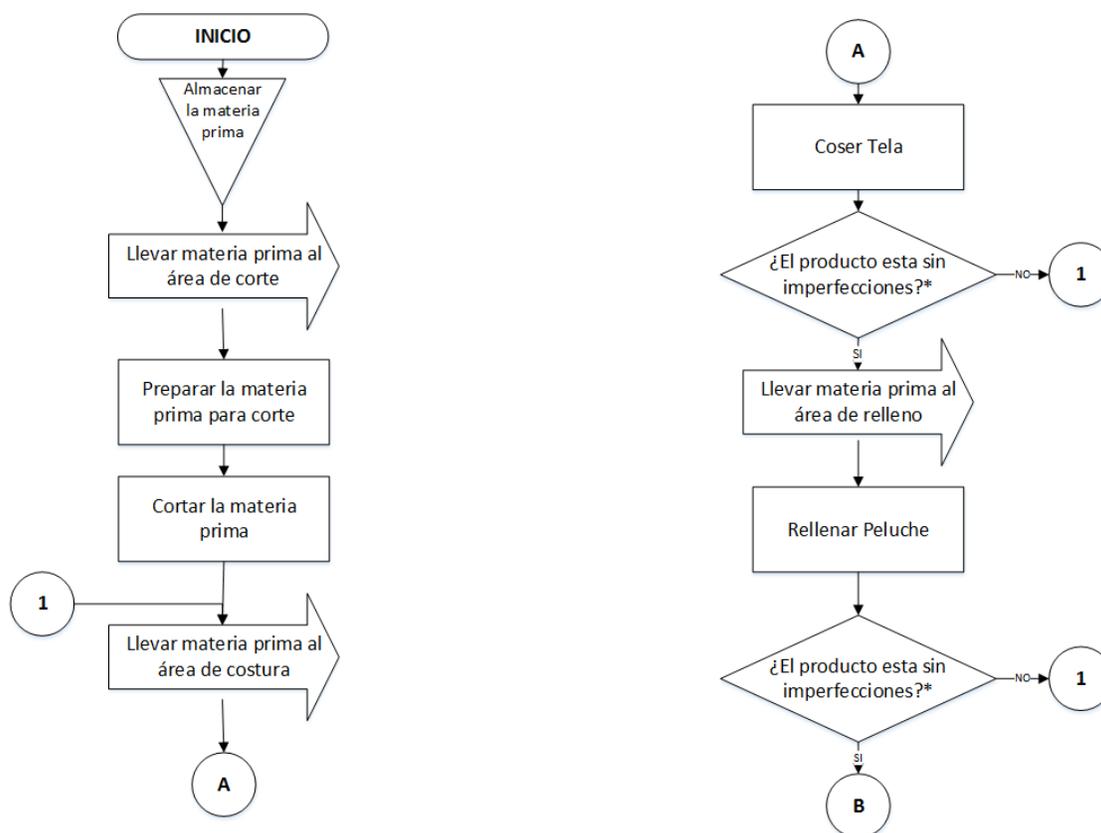


Figura 2. Mapa de procesos, proceso general de la fábrica. Autoría propia.

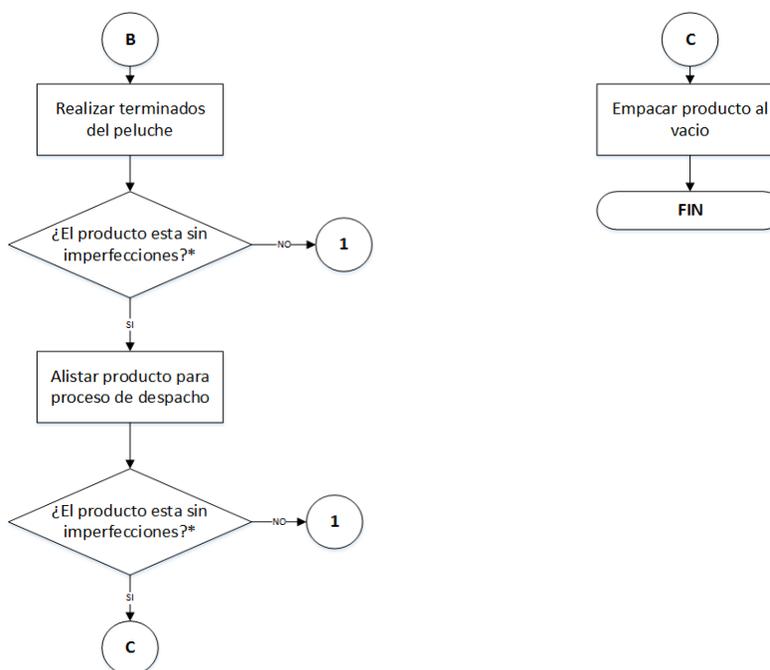


Figura 3. Mapa de procesos, proceso general de la fábrica. Autoría propia.

En las figuras 2 y 3 se observa cual es procedimiento que se lleva a cabo para producir una unidad de peluche, los pedidos siempre llegan a la empresa y los operarios son los encargados de almacenar la materia prima en el área de bodega, es así como empieza el proceso para la fabricación de un peluche como se observa en la figura 2, después de cortar la materia prima se debe llevar al área de costura; en el gráfico la letra A representa la conexión del flujograma, como todo el flujograma es muy largo se usan conectores, por lo cual, en el flujograma indica que después de llevar la materia prima al área de costura esta se debe coser, que es la primera operación que se encuentra en el flujograma del lado derecho, donde la letra A esta encima de este flujograma, indicando que desde allí continua el flujograma que está en la parte de la izquierda, cuando se encuentra alguna imperfección en el producto este se debe devolver al corte de la materia prima, esta conexión está representada con el número 1, como se observa en la figura 2. Siempre que se quiera producir un peluche se debe llevar la secuencia como se indica en la figura 2 y 3, por ninguna razón se debe omitir un paso, una vez el producto esté terminado se debe empacar al vacío.

Una vez se realiza el levantamiento de los procesos de la empresa mediante un flujograma se debe hacer la toma de tiempos para analizar con profundidad los procesos de la empresa, en la figura 4 y 5 se observan los tiempos de producción y se hace una descripción de cada proceso para conocer cómo se debe hacer cada proceso.

Actividad: Proceso General de producción (por unidad)				Resumen			
Fecha: 20-03-2020				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Operador:		Analista: Sergio Rojas		Operación	□	6	
Comentarios: Los tiempos del proceso son un promedio de cada una de las referencias de los productos, a los cuales se le realizaron 10 muestras diferentes a cada uno.				Transporte	⇨	3	
				Inspección	◇	3	
				Almacenamiento	▽	1	
				Tiempo en minutos		76	
				Distancia (pies)		60	
Pagina		1 de 2		Tiempo en minutos	Distancia (en pies)	Descripción	
Proceso	Símbolo						
Almacenar materia prima	□	⇨	◇	●	3		Cuando la materia prima (relleno y tela) llega a la fábrica se debe almacenar.
Llevar materia prima al área de corte	□	●	◇	▽	2	30	Una vez se tenga claro los productos que se desean producir se debe dirigir a la bodega donde está la materia prima y seleccionar lo necesario para la fabricación de los productos y llevarlos al área de corte.
Preparar la materia prima para corte	●	⇨	◇	▽	5		Es necesario antes de empezar a cortar los trazos de tela para el producto final tener un molde y dibujar uno por uno de forma eficiente, buscando no desperdiciar materia prima y optimizar el área de corte.
Cortar materia prima	●	⇨	◇	▽	23		Con ayuda de la "cortadora" se deben seguir las guías dibujadas en el proceso anterior.
Llevar la materia prima al área de costura	□	●	◇	▽	1	10	Una vez se tengan los trazos de tela listos y organizados para proceder a unir las partes se deben llevar al área de costura.
Coser Tela	●	⇨	◇	▽	16		Este proceso es el más importante de la parte productiva de la empresa; en este proceso se deben unir perfectamente las partes del "peluche", es un proceso que requiere de calidad y capacitación de los empleados, una mala costura puede inferir en insatisfacción de los clientes, productos defectuosos, etc.

Figura 4. Mapa descriptivo proceso general. Autoría propia.

Actividad: Proceso General de producción (por unidad)				Resumen			
Fecha: 20-03-2020				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Operador:		Analista: Sergio Rojas		Operación	6		
Comentarios: Los tiempos del proceso son un promedio de cada una de las referencias de los productos, a los cuales se le realizaron 10 muestras diferentes a cada uno.				Transporte	3		
				Inspección	3		
				Almacenamiento	1		
				Tiempo en minutos	76		
				Distancia (pies)	60		
Pagina		2 de 2					
Proceso	Símbolo				Tiempo en minutos	Distancia (en pies)	Descripción
¿El producto está sin imperfecciones?	□	⇒	●	▽	2		Este es un proceso de calidad que se lleva a cabo en toda la parte productiva de la empresa, en esta parte del proceso se revisa que el producto no cuente con costuras mal hechas, que todas las partes estén perfectamente cosidas y con el tamaño estandarizado.
Llevar materia prima al área de relleno	□	●	◇	▽	2	20	Una vez el producto pase por la primera fase de calidad y este en perfectas condiciones se debe llevar al área de relleno, si el producto cuenta con alguna imperfección debe pasar nuevamente por el área de costura.
Rellenar Peluche	●	⇒	◇	▽	10		Este proceso se realiza manualmente, con ayuda de relleno siliconado y en algunos casos con "refuerzo o guata" (si el peluche es muy grande) se debe ir dando forma al peluche.
¿El producto está sin imperfecciones?	□	⇒	●	▽	2		Esta inspección la debe realizar el operario que esta relleno el peluche, si el operario detecta que el producto cuenta con huecos y esto está generando que se le esté saliendo el relleno al peluche deberá realizar la costura correspondiente.
Realizar terminados del producto	●	⇒	◇	▽	5		Los terminados en el producto es la fase final, en este proceso la estructura y el diseño del peluche van tomando su forma final.
¿El producto está sin imperfecciones?	□	⇒	●	▽	2		La inspección la debe realizar el operario que está realizando los terminados del peluche, si el operario detecta que el producto cuenta con huecos deberá realizar la costura correspondiente, si los terminados no están ubicados donde deben ir (por ejemplo, que los ojos no queden alineados).
Empacar el producto al vacío	●	⇒	◇	▽	3		Se debe empacar el producto al vacío para obtener más espacio para enviar más productos en una sola ruta.

Figura 5. Mapa descriptivo proceso general. Autoría propia.

Creaciones salma es una empresa que carece de procesos estandarizados, control de calidad, validación del buen estado de la maquinaria como se evidencia en las figuras 4 y 5 en los mapas descriptivos del proceso general; se busca una relación para aplicar herramientas o procedimientos que cooperen a promover la mejora de la producción o eliminación de desperdicios, debido a que la empresa lleva poco tiempo posicionándose en el mercado no se enfocan en mejorar el aumento de la eficiencia de los procesos de producción.

1.3. Descripción del problema

Actualmente la empresa cuenta con niveles de producción bajos, los cuales se mencionan en el desarrollo de este capítulo, generados principalmente porque los procesos no son totalmente

eficientes, como se mencionó anteriormente aún no se contempla una herramienta de eliminación de desperdicios u optimización de procesos de producción.

En los procesos de producción de la empresa se están presentando pérdidas económicas debido a los desperdicios de materia prima que se mencionan en la figura 6 (tela, relleno siliconado, hilo) que equivalen a \$2.010.228 en promedio cada mes; estos desperdicios de materia prima se generan por no tener los procesos estandarizados, las razones por las cuales se presentan estos desperdicios se mencionan a continuación:

- Relleno siliconado: En el caso del relleno los operarios realizan su labor a criterio personal, sin un estándar de calidad establecido, por consiguiente la mayoría de los productos quedan con más relleno del establecido por el gerente,
- Tela: En el corte de la tela se organizan capas de tela para hacer el corte, si por alguna razón estas capas se mueven el corte de las capas de abajo va a quedar mal, en ocasiones estos retazos sirven para otra parte del peluche, pero en otras ocasiones esta tela se debe botar.
- Hilo: En la costura y terminados del peluche la materia prima que más se usa es el hilo, cuando una costura queda mal se debe descocer y botar este hilo, y en cosas iones cuando la máquina presenta una falla realiza costuras con imperfetos, generando mayor desperdicio de la materia prima.

Así mismo, se encontraron procesos inadecuados y movimientos innecesarios los cuales se mencionan en el desarrollo del trabajo en el apartado 6.2.4, que han ocasionado defectos en el producto terminado.



Figura 6. Perdida de materia prima promedio por mes. Autoría propia.

En la tabla presentada a continuación (tabla 2) se presentan los desperdicios en la empresa por cada referencia producida en la misma, los valores presentados en la tabla son promedios de 3 muestras realizadas por cada referencia en cada producto. Adicional se proyecta un valor de perdida de materia prima por mes, con el fin de tener un panorama claro de los desperdicios que tienen los procesos y como afectan estos a la empresa.

Tabla 2.

Valor promedio de desperdicio de materia prima.

Valor promedio de desperdicio de materia prima				
Productos	Tamaño	Valor por unidad	Unidades producidas promedio por mes	Valor promedio por mes
León	Mini	\$ 17	382	\$ 6.539
	Pequeño	\$ 51	879	\$ 45.231
	Mediano	\$ 83	232	\$ 19.177
	Grande	\$ 123	361	\$ 44.452
Subtotal León				\$ 115.399
Osos Sentados	Pequeño	\$ 83	190	\$ 15.712
	Mediano	\$ 109	108	\$ 11.742
	Oso #3	\$ 166	60	\$ 9.936
Subtotal Osos sentados				\$ 37.389
Osos patas largas	115 cm	\$ 360	676	\$ 243.102
	160 cm	\$ 436	292	\$ 127.322
	200 cm	\$ 384	206	\$ 79.136
Subtotal Osos patas largas				\$ 449.560
Panda patas	115 cm	\$ 370	100	\$ 37.043

largas	160 cm	\$ 364	109	\$ 39.716
Pandas patas largas				\$ 76.759
Pandas sentado	Panda Alex	\$ 342	353	\$ 120.554
	Grande	\$ 397	295	\$ 117.165
	Panda #3	\$ 405	197	\$ 79.834
Subtotal Pandas sentado				\$ 317.553
Emoticones	Pequeño	\$ 26	178	\$ 4.709
	Grande	\$ 57	213	\$ 12.197
Subtotal Emoticones				\$ 16.907
Total		\$ 3.774	4.831	\$ 2.010.228

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

Se puede concluir de la tabla 2 y la figura 6 que los osos patas largas y los pandas sentados son las dos referencias que generan más desperdicios en materia prima, esto se debe en parte al tamaño del peluche, sin embargo el panda sentado no es la referencia más comercializada; actualmente las dos referencia más comercializadas en la empresa es el oso patas largas, el cual presenta un valor de desperdicio promedio por mes de materia prima de \$449.560 y los leones que presentan un valor de \$ 115.399.

Al realizar el análisis de la información de la tabla 3 en cada uno de los procesos se observa que el/los proceso/s que más desperdicios generan para la empresa son el proceso de corte y el proceso de relleno, adicional a esto, estos dos procesos son los procesos “clave” de la empresa, pues si alguno de estos dos quedan mal se va a ver reflejado a simple vista en el producto terminado, por ejemplo si un trazo de tela se corta mal, cuando se termine el producto se va a ver “deforme” el peluche, o si un peluche se rellena menos cuando el cliente lo tenga en las manos va sentir que está más liviano y lo va a tocar vacío. Mediante el método de observación el cual “tiene la capacidad de describir y explicar el comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y /o situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico” (E.F. 2019) se recopila información de la cantidad de materia prima que se desperdicia por proceso, en la tabla 3 se evidencia la materia prima que se desperdicia por proceso.

Tabla 3.

Identificación de desperdicios de materia prima

Área	Tela	Hilo	Relleno siliconado	Silicona	Total
Corte	100%				100%
Costura		95%			95%

Relleno	3%	98%	5%	106%
Terminados	2%	2%	95%	99%

Nota: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el gerente de la empresa creaciones Salma.

En la tabla 3 se presenta la información de desperdicios de materia prima por proceso, donde se evalúan los 4 procesos principales de la empresa con las cuatro materias primas más usadas en el proceso de producción de peluche, se realiza análisis teniendo en cuenta que porcentaje de materia prima representa en estos momentos los desperdicios en la empresa en cada uno de sus procesos, esto quiere decir que si la materia prima (como en el caso de la tela) representa un desperdicio del 100% es porque tan solo en este proceso se presentan desperdicios de esta materia prima, mas no que el 100% de la materia prima está generando desperdicios.

Una vez realizado este análisis se debe identificar cuáles son los procesos que están generando más desperdicios en la empresa, la información presentada en la figura 7 representa gráficamente cual es el porcentaje de participación de cada uno de los procesos en el desperdicio de materia prima:

Desperdicios de materia prima por proceso

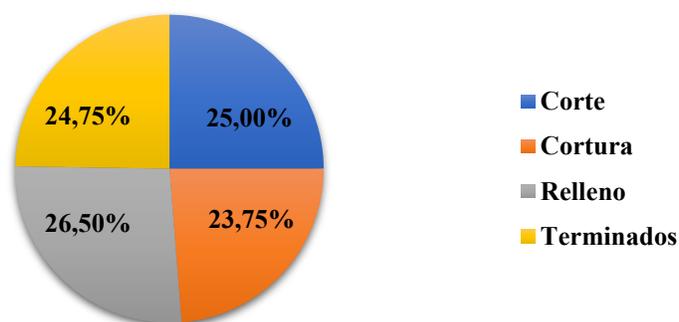


Figura 7. Desperdicios de materia prima por proceso. Autoría propia.

En la figura 7 se puede concluir que el proceso de corte y el proceso de relleno son los procesos que generan más desperdicios en la empresa. Por esta razón el desarrollo del trabajo se enfocará en estos dos procesos, la propuesta presentada se aplicará a estos dos procesos principalmente.

Como se observa en la figura 1 la empresa presenta una insatisfacción de la demanda del 31,6% y en los tiempos de entrega de los pedidos que se genera por la falta de estandarización de los procesos productivos debido a que cada operario tiene un método distinto para determinado proceso. Al analizar los procesos se evidencia que la metodología empleada para la fabricación

está generando desperdicios de materia prima hasta del 30%. Adicional en la tabla 4 podemos observar que en la fábrica se presentan altos niveles de devoluciones y unidades defectuosas, después de realizar un muestreo aleatorio simple con 100 unidades de cada referencia se obtiene que del total de unidades producidas el 49,5% sean unidades defectuosas y el 4,0% de unidades son devueltas por los clientes como se puede observar a continuación en la tabla 4 y 5.

Tabla 4.

Reprocesos en la empresa por proceso.

Reprocesos						
Producto	Tamaño	Muestra	Unidades	%	Devoluciones	%
			Defectuosas	Participación	por clientes	participación
León	Mini	100	50	50	10	10
	Pequeño	100	67	67	5	5
	Mediano	100	53	53	9	9
	Grande	100	39	39	3	3
Oso sentado	Pequeño	100	71	71	2	2
	Mediano	100	62	62	6	6
	Oso #3	100	59	59	9	9
Oso patas largas	115 cm	100	86	86	12	12
	160 cm	100	54	54	3	3
	200 cm	100	60	60	5	5
Panda patas largas	115 cm	100	53	53	0	0
	160 cm	100	59	59	0	0
Panda sentado	Panda #3	100	41	41	0	0
	Grande	100	35	35	1	1
	Panda Alex	100	46	46	3	3
Emoticones	Pequeño	100	2	2	0	0
	Grande	100	4	4	0	0
Total		1.700	841	49,5	68	4

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones no.

Tabla 5.

Reprocesos en la empresa en el proceso de corte y relleno.

Reprocesos										
Producto	Tamaño	Muestra	Corte				Relleno			
			Unidades Defectuosas	% Participación	Devoluciones por Clientes	% Participación	Unidades Defectuosas	% Participación	Devoluciones por Clientes	% Participación
León	Mini	100	21	42,0%	1	10,00%	29	58,0%	9	90,0%
	Pequeño	100	0	0,0%	1	20,00%	67	100,0%	4	80,0%
	Mediano	100	14	26,4%	5	55,56%	39	73,6%	4	44,4%
	Grande	100	4	10,3%	0	0,00%	35	89,7%	3	100,0%
Osos Sentados	Pequeño	100	35	49,3%	1	50,00%	36	50,7%	1	50,0%
	Mediano	100	6	9,7%	1	16,67%	56	90,3%	5	83,3%
	Oso #3	100	2	3,4%	5	55,56%	57	96,6%	4	44,4%
Oso Patas Largas	115 cm	100	37	43,0%	3	25,00%	49	57,0%	9	75,0%
	160 cm	100	6	11,1%	0	0,00%	48	88,9%	3	100,0%
	200 cm	100	25	41,7%	1	20,00%	35	58,3%	4	80,0%
Panda patas largas	115 cm	100	8	15,1%	0		45	84,9%	0	
	160 cm	100	1	1,7%	0		58	98,3%	0	
Pandas sentado	Panda #3	100	8	19,5%	0		33	80,5%	0	
	Grande	100	0	0,0%	0	0,00%	35	100,0%	1	100,0%
	Panda Alex	100	21	45,7%	0	0,00%	25	54,3%	3	100,0%
Emoticones	Pequeño	100	1	50,0%	0		1	50,0%	0	
	Grande	100	0	0,0%	0		4	100,0%	0	
Total		1700	189	22,5%	18	26,47%	652	77,5%	50	73,5%

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

En la fábrica no se cuenta con una producción en línea, generando tiempos de producción altos; como se puede evidenciar en la figura 5, actualmente el tiempo de producción promedio de es de 76 minutos, el desplazamiento de materiales de un proceso a otro representa el 6,58% de la producción que equivalen a 5 minutos.

En la figura 1 se observa como los inconvenientes productivos se ven reflejados en la insatisfacción de la demanda, ya que no se cumplen con la demanda que el cliente solicita, los pedidos diarios mínimos son de 100 unidades mínimo y máximo de hasta 150 unidades; al analizar la información se concluye que no hay un cumplimiento en la entrega por la baja productividad presentada en la empresa.

En el gráfico que se presenta en la figura 8 se relaciona el comportamiento de las unidades producidas por mes vs la demanda que presenta la fábrica en este momento:

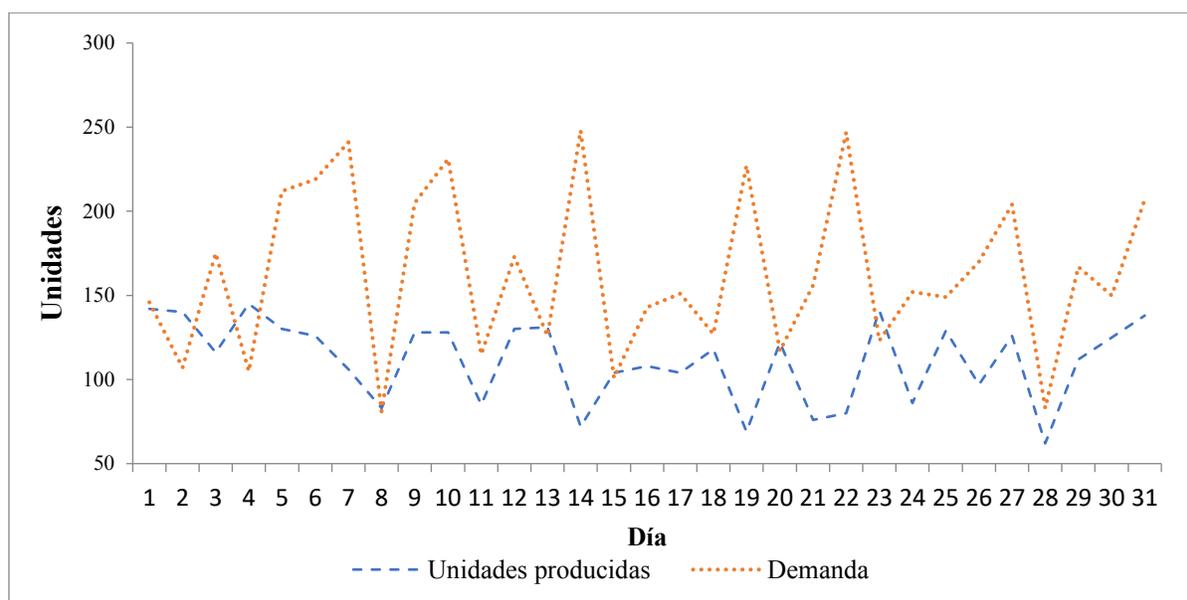


Figura 8. Gráfica de oferta y demanda promedio mensual. Autoría propia.

Los datos obtenidos para la creación del gráfico se presentan en la tabla 6, donde se relaciona 31 días de un mes (máximo de días promedio que tiene un mes), las unidades producidas promedio por día, la demanda promedio que tiene la empresa por día y el cumplimiento.

Tabla 6.

Oferta y demanda promedio mensual.

Día	Unidades producidas	Demanda	% Cumplimiento	Día	Unidades producidas	Demanda	% Cumplimiento
1	142	146	97,3%	17	104	151	68,9%
2	140	107	130,8%	18	118	127	92,9%
3	116	175	66,3%	19	69	227	30,4%
4	145	105	138,1%	20	122	117	104,3%
5	130	212	61,3%	21	76	156	48,7%
6	126	219	57,5%	22	80	247	32,4%
7	106	241	44,0%	23	141	123	114,6%
8	83	81	102,5%	24	86	152	56,6%
9	128	205	62,4%	25	129	149	86,6%
10	128	231	55,4%	26	97	170	57,1%
11	85	115	73,9%	27	126	204	61,8%
12	130	173	75,1%	28	62	83	74,7%
13	131	126	104,0%	29	112	167	67,1%
14	72	248	29,0%	30	125	150	83,3%
15	104	101	103,0%	31	138	207	66,7%
16	108	143	75,5%	Total	3.459	5.058	68,4%

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

Teniendo en cuenta el cumplimiento promedio de las unidades producidas en la tabla 6 se puede concluir que la empresa en este momento tiene el 68,4% de cumplimiento en las ventas con sus clientes, esto genera insatisfacción en los clientes por el incumplimiento en su demanda, adicional no permite que la empresa crezca en el mercado, si actualmente la empresa no puede cumplir al 100% con la demanda de sus clientes no puede conseguir más clientes.

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente se realiza un árbol de problemas donde se identifican cada problema con sus causas, en la figura 9 se observa el árbol de problemas y como cada uno contribuye a los bajos niveles de producción en la empresa. La mano de obra ineficiente debido a la falta de capacitación y personal poco calificado y la baja estandarización de los procesos de producción está generando defectos en los productos, pérdidas económicas, e insatisfacción de la demanda. En el desarrollo del trabajo se tratarán estos temas y se presentara una propuesta para mejorar los problemas indicados en el árbol de problemas.

1.4. Árbol de problemas

A continuación, se estiman las causas y efectos que se presentan en los procesos de producción para la fabricación de peluches:

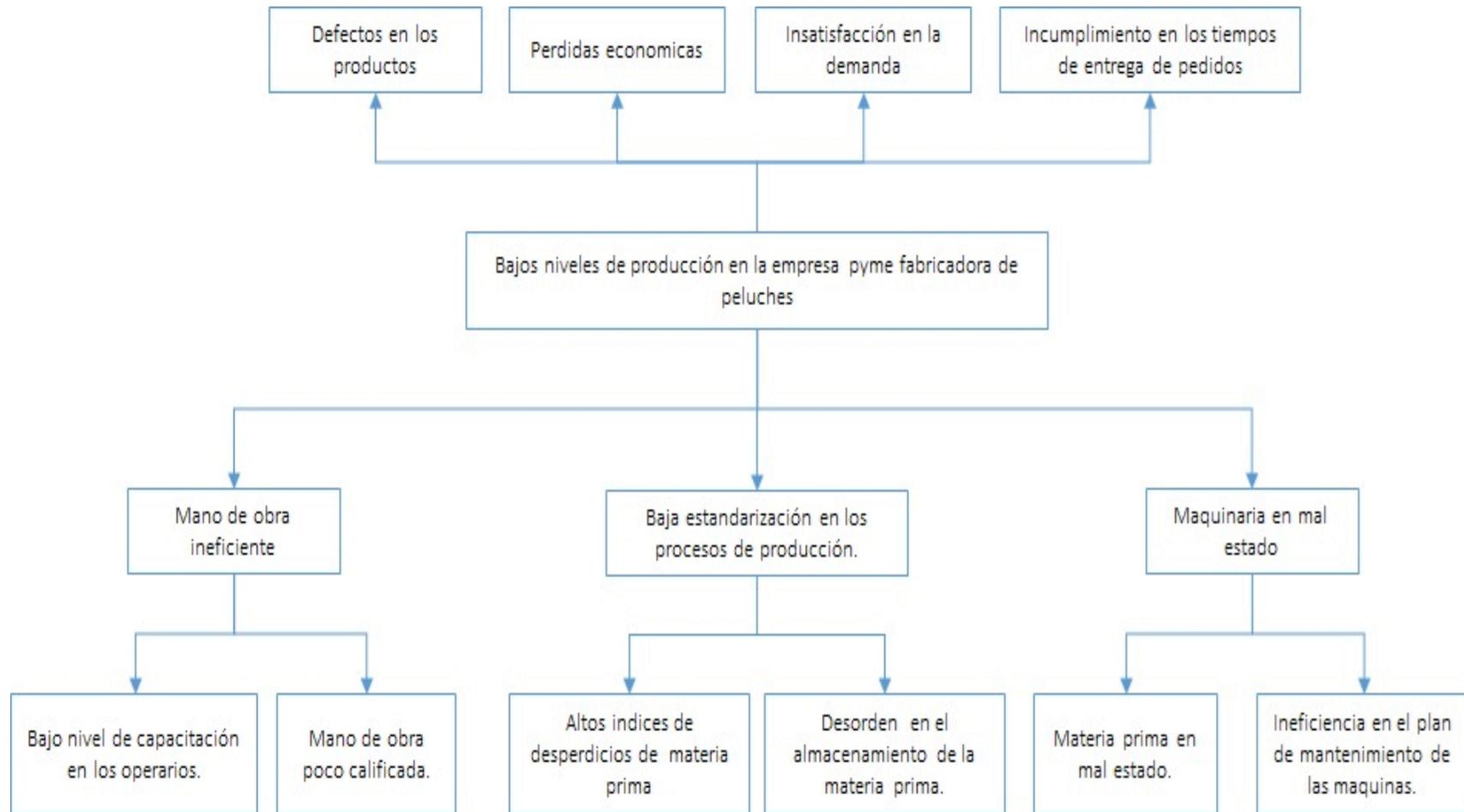


Figura 9. Árbol de problemas. Autoría propia.

1.5. Pregunta de investigación

¿Cómo desarrollar una propuesta para mejorar el proceso productivo de la empresa Creaciones Salma mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Proponer y presentar un mejoramiento del proceso productivo de la empresa Creaciones Salma mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.

2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de los procesos productivos de la empresa frente a las herramientas de Lean Manufacturing.
- Proponer una mejora en el proceso productivo basado en herramientas de Lean Manufacturing para el aumento de la productividad.
- Evaluar el plan de mejoramiento para aumentar la productividad.
- Calcular financieramente el retorno de la inversión de la propuesta presentada.

3. Justificación

El presente proyecto en la empresa pyme Creaciones Salma se realiza con la finalidad proponer y presentar de mejora de los procesos de fabricación por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing que contribuyan a la baja productividad ya que no cuentan con herramientas de producción para tener un estándar de calidad alto, teniendo en cuenta que hoy el Lean Manufacturing es un recurso fundamental para el crecimiento de las PYME, nos permite lograr optimizar, mejorar procesos de producción, organización, capacitación y demás, basándonos en esto inicialmente se analizaran los diagramas de procesos de la planta de producción para conocer los principales problemas que se están presentando, los motivos de los altos tiempos en la producción de los peluches e incumplimiento en la entrega de los pedidos; aplicando herramientas de ingeniería industrial vistas durante la formación como profesionales, disminuyendo los tiempos de producción, los altos costos que requieren los reprocesos, analizando los diferentes procesos por los que debe pasar un peluche, desperdicios y el tiempos de ocio de los operarios, así mismo, conocer las pérdidas económicas.

Finalmente se busca que la empresa mejore los procesos que tiene actualmente necesarios para la fabricación de los diferentes peluches, aumentando la efectividad de los procesos, de igual manera efectuar diagnósticos para que posibilite la implementación de la propuesta en los procesos.

4. Marco referencia

4.1. Marco teórico

Para el desarrollo y entendimiento del proyecto es importante tener en cuenta los siguientes conceptos que contribuyen una idea más clara del tema de Lean Manufacturing.

4.1.1. La 5's.

Como lo explica (Rey Sacristán 2005) las 5's son una serie de planes para las empresas que se enfoca en desarrollar actividades de orden, limpieza y exploración de anomalías que se presentan en el puesto de trabajo, por su fácil manejo permiten que la colaboración de todos sea de forma grupal o individual, mejorando los procesos de producción, seguridad y ambientación en el lugar de trabajo.

Las 5's básicamente son cinco principios creados por los japoneses cuyos nombres comienzan por S en su idioma natal, van todos orientados en una fabricación limpia y ordenada, sus nombres son los siguientes:

4.1.1.1. Seiri – Organizar. Hace referencia a organizar totalmente el puesto de trabajo, donde se debe clasificar lo que es útil y lo que no; al igual que establecer reglas para operar en maquinaria tranquilamente.

4.1.1.2. Seiton – Ordenar. Posteriormente debe ser desechado lo que no es útil. Lo que sea útil se ordena en el puesto de trabajo y se establecen normas que deben situar a la vista fácilmente para ubicar los elementos de trabajo.

4.1.1.3. Seiso – Limpiar. Se debe realizar una limpieza para eliminar las fuentes de suciedad, con el fin de que desaparezca el mal estado del área de trabajo, aumentando la seguridad, reduciendo accidentes laborales; la calidad de la producción se ve afectada notoriamente por la mayor o menor limpieza en el puesto de trabajo.

4.1.1.4. Seiketsu – Estandarizar (mantener limpio). A través de controles se implementan los estándares de limpieza por medio de la estandarización para reconocer fácilmente un estado normal de otro anormal en la implementación de los demás principios (seiri, seiton, seiso), esto se puede hacer mediante normas sencillas y visibles para todas las personas.

4.1.1.5. Shitsuke – Disciplina. Se debe llevar el control de forma cotidiana o en cualquier momento para revisar como esta todo, estableciendo hojas de control e iniciar su aplicación, mejorar estándares de tareas que se realizaron, con la finalidad de incrementar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos o máquinas de una empresa. Es necesario ser

responsable con el nivel de referencia alcanzado capacitando a todos para que realicen todo con autonomía y disciplina.

Los tres primeros principios (organización, orden y limpieza) son tareas plenamente operativas, el cuarto (estandarización) es un control visual y de gamas que contribuye a mantener lo que se logró alcanzar en los pasos anteriores mediante estándares incorporados de gamas y finalmente el quinto principio permite adquirir el hábito de la práctica y habilidades para aplicar a la mejora del trabajo.

De manera general, las 5's se aplican por etapas y cada etapa tiene determinadas tareas, como se puede observar en la siguiente imagen donde menciona cómo se puede llegar a tener el puesto de trabajo ideal (pp. 17-23).

	1 Limpieza inicial	2 Optimización	3 Formalización	4 Continuidad
Organización y selección	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores Practicar la mejora Cuidar el nivel de referencia alcanzado Evaluar (Auditoría 5S) Hacia el taller/oficina ideal
Orden	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
Limpieza	Limpieza de instalaciones/máquinas/equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	
Mantener la limpieza	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	
Rigor en la aplicación	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			

Figura 10. Definición 5's. Rey Sacristán (2005).

4.1.2. Las tres Ms.

Según (González Correa 2007) esta herramienta es utilizada en el TPS (sistema de producción Toyota) que permite identificar los desperdicios que deben ser eliminados, estas son las siguientes:

4.1.2.1. Muda. Esta actividad utiliza recursos que no agregan valor para el cliente, dentro de este concepto se encuentran dos tipos de muda, una de ellas son aquellos recursos que se pueden eliminar fácilmente ya que indirectamente puede que no aporte un valor al negocio; el otro tipo de muda son aquellos pasos o actividades que se puede eliminar fácilmente porque son repetitivos o no son necesarios.

4.1.2.2. Mura. Es la irregularidad en la operación, se presenta cuando la demanda y la oferta no son iguales, esto se refiere a que una es mayor a la otra, generando que la producción esté en sobreproducción en un momento, pero después deje de producir.

4.1.2.2. Muri. Sobrecargar equipos/máquinas u operadores con excesos de trabajo pasando el límite del trabajo diseñado (pp. 86-87).

Franklin citado en (González Correa 2007) afirmó que “los principios de lean manufacturing han estado presentes en nuestra vida desde hace bastante tiempo, Benjamín Franklin una vez habló acerca del tiempo perdido, incluso llegó hablar de la carga innecesaria de inventario.”

Frank Gilbreth quien realizó el estudio de movimientos de las personas, es decir, eliminar movimientos innecesarios y el trabajador tuvo que realizar poco esfuerzo.

4.1.3. Sistema SMED (Single Minute Exchange of Die).

(González Correa 2007) en su artículo indica que el SMED es un sistema de producción que se adapta a la demanda, es decir, las empresas se adaptan a que inician la producción de un pedido en el momento en que el cliente lo solicita, sin embargo, se tiene en cuenta que este tiempo es corto y se divide en varios tiempos:

- Tiempo de elaboración
- Tiempo de espera entre procesos sucesivos
- Tiempo de transporte

Para reducir estos tiempos de fabricación de un producto, este sistema nos aporta lo siguiente:

- Eliminar producción por lotes, producción por unidades y reducir el tiempo de preparación o cambio de útiles.

- Si se quiere reducir el tiempo en espera se deben analizar qué origina la espera o en qué procesos se presenta y estandarizar operaciones.
- Para reducir el tiempo de transporte se debería pasar de una distribución por planta a una distribución por producto utilizando nuevos medios de transporte, puede ser por medio de bandas transportadoras o vehículos guiados.

El sistema SMED nos permite tener un proceso paso a paso que mejora la eficiencia y exactitud del trabajo por medio de procedimientos técnicos y documentados.

4.1.3.1. Ventajas de SMED. A continuación, se presentan las ventajas que se pueden obtener implementando un sistema SMED:

- Reducir tiempos de cambio y desperdicios.
- Los cambios deben ser repetibles y con un alto nivel de desempeño.
- Aumentar el tiempo de operación de la máquina y/o equipos.
- Mantener el alto desempeño después del cambio, produciendo bien la primera vez.

Este sistema nace a partir de la necesidad de lograr un sistema JIT (Sistema de producción justo a tiempo) que hace parte del sistema Toyota. La principal función de este sistema es disminuir los tiempos de preparación de la maquinaria y lograr hacer lotes de un menor tamaño (pp. 96-98).

Este acercamiento hace notoria una diferencia con los procesos industriales que se venían manejando, incluso Shinglo citado en (González Correa 2007) indicó que “generalmente y erróneamente se cree que las políticas más eficaces para tratar con los cambios de tipo se dirigen al problema en términos de la habilidad”.

El sistema SMED requiere de los siguientes pasos:

- Establecer el tiempo actual del cambio
- Identificar todas las actividades que se llevan a cabo
- Identificar actividades que pueden ser eliminadas
- Distinguir entre actividades internas y externas
- Eliminar actividades innecesarias
- Hacer externas todas las actividades posibles
- Optimizar las actividades internas y externas
- Establecer el nuevo tiempo de cambio

El tiempo de cambio se mide de una forma equivocada por eso se presentan tantos errores en el momento que se implementa, se debe tener en cuenta que todo proceso medible se realiza para obtener resultados de forma positiva, planteándose objetivos claros y concretos (González Correa 2007) (pp. 96-98).

4.1.4. Sistema de producción Toyota (Just in time).

(Monden 1996) indica que este sistema de producción Toyota tiene como objetivo principal disminuir los costos, eliminando en su totalidad los desperdicios que se presentan, debido a que en las áreas de operación de producción se encuentran cuatro tipos de desperdicios:

- Empleo excesivo de recursos para la producción
- Exceso de producción
- Exceso de existencias
- Inversión innecesaria de capital

En la siguiente figura (figura 11) se observa el proceso de eliminación de desperdicios para lograr la disminución de los costos.

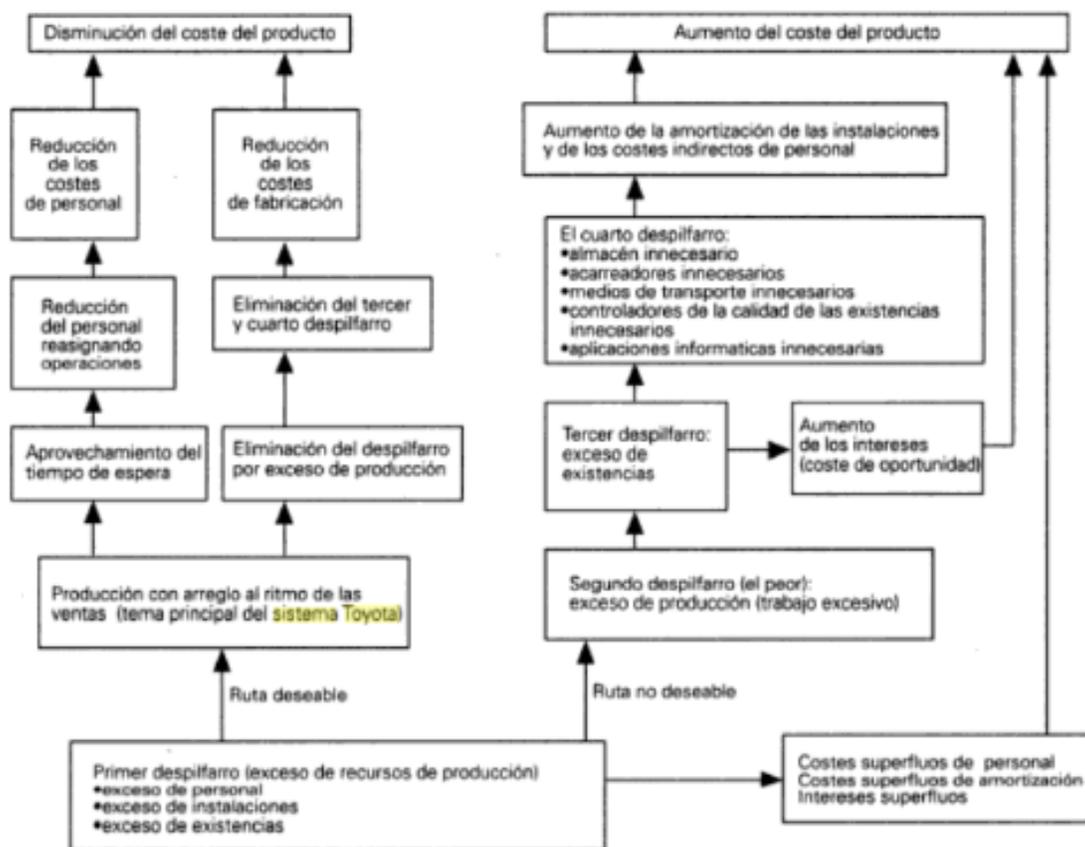


Figura 11. Proceso de eliminación de desperdicios para disminuir los costos. Monden (1996).

Como se ha observado anteriormente la tarea principal de este sistema de producción es controlar los excesos de producción, logrando que en cada uno de los procesos se fabrican únicamente productos que vayan al mismo ritmo de las aumenten las ventas, aplicar esto se ha caracterizado por ser la esencia del sistema de Toyota (pp. 22-24).

El señor Luis Socconini en su libro *Lean Manufacturing Paso a Paso* nos cuenta:

La historia de Toyota comienza con Sakichi Toyoda, inventor y pensador japonés nacido en 1867 cerca de la ciudad de Nogoya, Japón. De niño aprendió el oficio de carpintero como herencia de su padre, y más adelante, en 1890, aplicaría esos conocimientos en la intervención de sus telares automáticos.

En este largo camino de esfuerzo y trabajo duro, Toyoda trabajó arduamente durante largas jornadas y logró varios intentos. Hubo un invento destacado en esta historia, que consistía en un dispositivo que hacía que el telar se detuviera si un hilo se rompía, avisando con una señal visual al operador de que la máquina se había detenido y necesitaba atención. Este invento lleva por nombre Jidhoka, que significa automatización de los defectos o automatización con enfoque humano, la palabra original es jidoka que significa automatización y se le agrega la (h) para denotar que influye sobre las personas (humano). Este invento fue uno de los más importantes que consiguió. Todo esto hizo que Sakichi Toyoda fuera considerado un gran ingeniero y el rey de los inventores de Japón.

En 1894 nació su hijo Kiichiro Toyoda, quien más adelante empezaría a trabajar en la fábrica de Sakichi, Toyoda Loom Works, donde aplico un enfoque muy técnico en la mejora de los telares de su padre y logro que los equipos siguieran trabajando ininterrumpidamente sin paros por fallos durante largos lapsos de tiempo. Así en 1924, Kiichiro completo el diseño de la máquina de hilados tipo G, que podía trabajar varios turnos sin interrupciones. (Socconini 2019) (pp. 14-15).

4.1.5. Automatización de procesos aplicados en trabajos de grado.

Un estudio realizado por (Aguirre 2017) donde analizan “la producción y la productividad en la fabricación de peluches de la Fabrica JBETSOLY en la ciudad de Ambato”, después de observar cada uno de los procesos de producción para cada referencia con los que cuenta la empresa encuentran un problema en el proceso de relleno. Este proceso se realiza manual, donde el operario debe manipular el relleno e introducirlo en el peluche, como se presenta en la figura 12.

PELUCHE LEON GRANDE CON CHAQUETA 60 PELUCHES		ACTIVIDAD	TIEMPO ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO
Fecha: 2017		Operación	12		
Realizado por: Gabriela Bustamante		Transporte	2		
		Demora	41		
Marque el método y tipo apropiado		Inspección	4		
Método actual	✗	Almacenaje	4		
Método puesto		Tiempos (s)	63 horas		

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION							
ACTIVIDAD	SIMBOLOS				TIEMPOS	OBSERVACIONES	
Elabora diseño	●	→	■	◐	▼	3	
Aprueba el diseño.	●	→	■	◐	▼	2	
Recibe Orden de pedido.	●	→	■	◐	▼	1	
Dobra y estira la tela.	●	→	■	◐	▼	3	
Corta la tela según el trazado	●	→	■	◐	▼	4	
Cosen de acuerdo al corte establecido.	●	→	■	◐	▼	36	Maquila
Relleno	●	→	■	◐	▼	5	Empleados no agilita este proceso.
Acabados	●	→	■	◐	▼	4	
Revisa fallas, controla detalles de maquila.	●	→	■	◐	▼	3	
Almacena de acuerdo a colores, modelos y tallas.	●	→	■	◐	▼	2	
Total						63 horas	

Figura 12. Diagrama de Flujo de Proceso por Tiempo Peluche León Grande con Chaqueta. Aguirre (2017).

En el estudio realizado aseguran que los “empleados no agilizan este proceso” (Aguirre 2017), adicional se puede observar con el diagrama de flujo que el proceso que más se demora a parte de la “maquila” es el relleno, en el estudio afirman lo siguiente:

Como se pudo observar en el proceso de producción del Peluche León Grande con Chaqueta el tiempo de fabricación es de 63 horas, porque se envía a maquilar por lo que se demoran 36 horas solo en este proceso y también al momento del relleno y el cierre del peluche se realiza con una sola persona el cual realiza la actividad de forma manual por ende hay demora de 5 horas en el proceso. (Aguirre 2017)

El proceso de relleno genera demoras en todos los productos de la empresa, como en el León grande con chaqueta (mencionado anteriormente), el oso corazón brillante, el león pequeño, el oso grande bufanda, etc... Para asegurar que los datos fueran con más certeza se tomaron los

respectivos tiempos en tres horarios de producción diferentes, de 8:00 a 9:00, de 12:00 a 13:00 y de 16:00 a 17:00. Con el fin de hallar la media de producción de cada proceso.

En la identificación de los problemas de la empresa realizada por (Aguirre 2017) se exponen los siguientes problemas y las posibles soluciones:

PROBLEMÁTICA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN			
PRODUCTO	PROBLEMÁTICA	SOLUCIÓN PROPUESTA	BENEFICIARIOS
PELUCHE LEÓN GRANDE CON CHAQUETA	Tiempos por la maquila Relleno del peluche	Adquisición de máquina rellenadora Implementación del área de costura	Empleado Cliente Empresa
PELUCHE CORAZÓN BRILLOSO	Problemas de tiempos por la maquila Cantidad de accesorios	Adquisición de máquina rellenadora Implementación del área de costura	Empleado Cliente Empresa
PELUCHE PEQUEÑO	Tiempos por la maquila Relleno del peluche	Adquisición de máquina rellenadora Implementación del área de costura	Empleado Cliente Empresa
PELUCHE OSO GRANDE BUFANDA	Tiempos por la maquila Relleno del peluche Terminado del peluche	Ubicación de cierres ciegos para el terminado Adquisición de máquina rellenadora Implementación del área de costura	Empleado Cliente Empresa
PELUCHE CORAZÓN	Tiempos por la maquila Relleno del peluche	Adquisición de máquina rellenadora Implementación del área de costura	Empleado Cliente Empresa

Figura 13. Problemática del Proceso de Producción. Aguirre (2017).

En la figura 13 se propone implementar una máquina rellenadora en la fábrica para optimizar el proceso, favoreciendo al empleado, al cliente y a la empresa, quienes son los directos afectados por tener procesos sin automatizar.

“A continuación se presenta una tabla de los Procesos de Producción y los cambios de reingeniería.” (Aguirre 2017)

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION			
PROCESO ACTUAL	DESCRIPCION	CÓDIGO	CAMBIOS
Elabora diseño	Recibe solicitud de nuevo diseño.		
Aprueba el diseño.	Se verifica si el diseño cumple con lo solicitado		
Recibe Orden de pedido.	Verifica si hay la materia prima necesaria para realizar el producto.		Verificar si existe en stock el producto terminado.
Dobla y estira la tela.	Prepara la materia prima para su corte		
Corta la tela según el trazado	Realiza los cortes establecidos según el diseño del producto		
Cosen de acuerdo al corte establecido.	Armar el producto pieza por pieza		Implementación del área de costura y cierres ocultos
Relleno y acabados	Realizar los acabados respectivos.	 	No se realizara manualmente el cierre del producto y adq. maquinaria para el relleno
Control de calidad	Controlar que el producto esté listo para almacenar.		
Almacena de acuerdo a colores, modelos y tallas.	Almacenar el producto de acuerdo al diseño.		

Figura 14. Proceso de Producción de los Peluche. Aguirre (2017).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	Eliminación del proceso
	Cambio de proceso
	Se mantiene el proceso
	Modificación de la Actividad
	Adquisición de maquinaria

Figura 15. Códigos de Mejoras y Cambios. Aguirre (2017).

En el estudio al realizar los cambios se afirma: “Como se pudo observar en el proceso de producción del Peluche León Grande con Chaqueta el tiempo de fabricación es de 63 horas, pero con los cambios presentados en la reingeniería el tiempo de producción sería de 43 horas teniendo un ahorro de 20 horas” (Aguirre 2017), el tiempo de relleno reduciría un 60%, pasando

de 5 horas a 2 horas, una diferencia significativa para una empresa, el diagrama de flujo implementando los cambios se presenta en la figura 16.

PELUCHE LEON GRANDE CON CHAQUETA 60 PELUCHES	ACTIVIDAD	TIEMPO ACTUAL	PROPUESTO	AHORRO
Fecha: 2018	Operación	12	9	3
Realizado por: Gabriela Bustamante	Transporte	2	0	2
	Demora	41	26	15
Marque el método y tipo apropiado	Inspección	4	4	0
Método actual	Almacenaje	4	4	0
Método puesto X	Tiempos (s)	63 horas	43 horas	20 horas

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION								
ACTIVIDAD	SIMBOLOS				TIEMPO S		OBSERVACIONES	
					A	P		
Elabora diseño	●	→	■	▷	▽	3	0	Elimina actividad
Aprueba el diseño.	●	→	■	▷	▽	2	0	Elimina actividad
Recibe Orden de pedido.	●	→	■	▷	▽	1	1	Se mantiene
Dobla y estira la tela.	●	→	■	▷	▽	3	3	Se mantiene
Corta la tela según el trazado	●	→	■	▷	▽	4	4	Se mantiene
Cosen de acuerdo al corte establecido.	●	→	■	▷	▽	36	24	Implementación del área de costura
Relleno	●	→	■	▷	▽	5	2	Mediante máquina rellenadora
Acabados	●	→	■	▷	▽	4	4	Se mantiene
Revisa fallas	●	→	■	▷	▽	3	3	Se mantiene
Almacena de acuerdo a colores, modelos y tallas.	●	→	■	▷	▽	2	2	Se mantiene
Total						63 H	43 H	

Figura 16. Diagrama de Flujo de Proceso por Tiempo Peluche León Chaqueta Grande. Aguirre (2017).

4.2. Marco conceptual

4.2.1. Lean Manufacturing.

El objetivo de él Lean Manufacturing es suprimir los desperdicios, a través de una serie de herramientas como las que hemos mencionado anteriormente (5S, SMED, Las tres Ms, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jikoda, entre otras) que han sido implementadas y creadas en Japón.

La columna principal de él Lean Manufacturing es la cultura de la mejora continua, controlar la calidad de los productos fabricados en su totalidad, disminuir los desperdicios y el utilizar en

lo posible toda la cadena de valor, así mismo, la colaboración e intervención de los operarios (Rajadell and Sanchez 2010) (pp. 1-2).

El libro Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad del señor Manuel Rajadell Carreras lo define como:

Entendemos por Lean Manufacturing (en castellano “producción ajustada”), 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. La producción ajustada (también llamada Toyota Production Sytem), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. (Rajadell and Sanchez 2010) (pp. 1-2).

4.2.2. Mejoramiento de procesos.

Mejoramiento de procesos es el estudio de actividades y flujos de cada uno de los procesos de fabricación de un producto con la finalidad de mejorarlo, su principal finalidad es aprender los números para lograr entender los procesos y comprender cada detalle del mismo, después de haber entendido el proceso será posible mejorarlo. Para poder ofrecerle a un cliente mejor calidad a un mejor precio se deben revisar continuamente todas las operaciones de la empresa. (Krajewski and Ritzman 2000) (pp. 110)

4.2.3. Productos defectuosos.

Las unidades defectuosas conllevan a realizar reprocesos, para verificar que el producto cumpla con las especificaciones requeridas, así mismo, genera un aumento en los costos ya que debe mientras un producto se está verificando se podría estar fabricando uno nuevo, en algunas ocasiones los factores de costes y en diferentes proporciones de unas unidades a otras. (Fullana belda and Paredes Ortega 2008) (pp. 223)

4.2.4. Células de manufactura.

Se define como un grupo de máquinas o procesos en conjuntos dedicados a la producción de productos, estas son parecidas a los requerimientos de los procesos como lo son las operaciones, utilizar distintas herramientas para la máquina que nos permiten la facilidad de realizar el mantenimiento de la máquina. (Tapia Coronado et al. 2017)

4.3. Marco legal

4.3.1. Resolución número 3312 de 2019.

4.3.1.1. Capítulo 1. Estándares mínimos para empresas, empleadores y contratantes con diez (10) o menos trabajadores clasificados con riesgos I, II o III. Artículo 3. Estándares

mínimos para empresas, empleadores y contratantes con diez (10) o menos trabajadores. Las empresas, empleadores y contratantes con diez o menos trabajadores que estén clasificados con riesgos de I, II o III deben cumplir con los siguientes estándares mínimos de seguridad y salud en el trabajo para proteger sus trabajadores. (ministerio de trabajo de colombia 2019)

Tabla 7

Seguridad y Salud en el trabajo para PYMES.

Ítem	Criterios	Modo de verificación
Asignación de persona que diseña el Sistema de Gestión de SST	La persona debe cumplir con el siguiente perfil: El diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para empresas de menos de diez trabajadores en clase de riesgo I, II o III puede ser realizado por un técnico en seguridad y salud en el trabajo (SST) o en algunas de sus áreas, con licencia vigentes en seguridad y salud en el trabajo, que acredite mínimo un años de experiencia certificada por las empresas o entidades en las que laboro en el desarrollo de actividades que acrediten el curso de capacitación virtual de cincuenta horas.	Se debe solicitar la certificación y hoja de vida de la personas asignada.
Afiliación al sistema de seguridad integral	Afiliación a los sistemas de seguridad social en salud, pensión y riesgos laborales de acuerdo con la normatividad vigente.	Solicitar documento soporte de afiliación y del pago correspondiente.
Capacitación en SST	Elaborar y ejecutar programas o actividades para capacitar a los trabajadores en prevención y promoción donde expliquen los riesgos/ peligros de primera línea y sus respectivas medidas de prevención y control de seguridad.	Solicitar documento soporte de las acciones de capacitación realizadas por medio de planillas donde se deje registro de la firma de los trabajadores.
Plan anual de trabajo	Elaborar un plan anual de trabajo del sistema de gestión SST, firmado por el empleador o quien lo contrato donde identifique los objetivos, metas, recursos disponibles y el cronograma es que se realizaran las actividades anualmente.	Solicitar el documento que contenga los requisitos completos del plan anual de trabajo.
Evaluaciones medicas ocupacionales	Realizar las evaluaciones médicas ocupacionales de acuerdo con la normatividad y peligros a los que se expone los trabajos en el área de trabajo.	Conceptos emitidos por el médico que evalúa al trabajador indicando el informe de las recomendaciones laborales.

Identificación de peligros; evaluación y valoración de riesgos	de Identificar los respectivos peligros realizando las evaluaciones y la valoración de los riesgos con la presencia de la ARL.	Se debe presentar el documento con el registro de la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos.
Medidas de prevención y control frente a peligros y riesgos identificados	de Gestionar las actividades de prevención y control de peligros y riesgos con base en los resultados obtenidos en la identificación de peligros, la evaluación y valoración de los riesgos.	Solicitar un documento soporte con acciones ejecutadas.

Nota: Estándares mínimos de seguridad y salud en el trabajo para empresas con menos de 10 empleados (PYMES). (ministerio de trabajo de colombia 2019)

Los nuevos estándares mínimos según la resolución 0312 de 2019 busca ser más flexible con respecto a los requisitos que se deben cumplir en materia del SG-SST, generando que las empresas puedan desarrollar de una manera más adecuada su SG-SST en su organización, anteriormente en la resolución 1111 de 2017 todas las empresas debían cumplir con 62 estándares, pero a partir de la resolución 0312 de 2019 dependerá del tamaño y capacidad de cada una de las empresas.

Al generarse los cambios se da respuesta a la necesidad de que las empresas pertenecientes al sector productivo y el cual genera empleo tiene características diferentes propias de cada actividad, de igual manera una microempresa con pocos empleados y pequeñas ganancias, que haga inversiones altas para mantener un SG-SST robusto, que finalmente conlleven al cierre de la empresa y a la destrucción del empleo. Por eso se busca con estos nuevos estándares ayudar a estas pequeñas, medianas y microempresas a crecer, generando cultura y compromiso al SG-SST y a cuidar a sus trabajadores, otorgándoles herramientas que puedan implementar de una forma fácil y práctica. (Anon 2019)

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizará el método cuantitativo, el cual nos permite la recolección de datos enfocando el trabajo de investigación en los datos obtenidos.

Este trabajo se encuentra desarrollado basado en el tipo de investigación cuantitativa descriptiva, la cual se basa en establecer todas las características del objeto de estudio, en el cual se deben realizar mediciones, analizar características de todos los elementos que conforman el sistema y analizar los resultados.

Se realizara análisis a la cadena de producción en la fábrica, donde se evaluarán los procesos de la producción, los proveedores, la demanda, los clientes, cuántas unidades se están produciendo por día, el cumplimiento de la demanda y el margen de utilidad de la empresa.

La investigación descriptiva se apoya principalmente en técnicas de recolección de datos como la entrevista, la investigación documental, la encuesta y la entrevista.

5.2. Variables del problema

Para llevar a cabo el trabajo de investigación se tienen en cuenta las siguientes variables que nos ayudaran a identificar la problemática de la empresa y de este modo diseñar una propuesta efectiva para mejorar los procesos mediante herramientas de ingeniera industrial

- **Demanda:** La demanda se considera una variable independiente en la empresa porque esta variable no depende de algún factor.
- **Indicador de eficiencia:** El indicador de eficiencia se considera una variable dependiente, el indicador de eficiencia se calcula según el nivel de producción en la empresa, si los tiempos de producción se optimizan el indicador de eficiencia va a ser mejor.
- **Capacidad de producción:** La capacidad de producción se considera una variable dependiente, la capacidad de producción es afectada por los tiempos de producción y el número de máquinas en la empresa.
- **Tiempos de producción:** El tiempo de producción es una variable dependiente, esta variable se ve afectada por los indicadores de satisfacción en los empleados y el indicador de calidad, si los empleados no se encuentran satisfechos con su trabajo no tendrá un rendimiento alto, por otro lado si la calidad de los productos no es estandarizada esto genera reprocesos.

- Lead time: El lead time se conoce como el tiempo de entrega de materia prima por parte de los proveedores, por esta razón se considera una variable independiente.

5.3. Población y muestra

Para el trabajo de investigación que se realizará en la empresa creaciones Salma se identificó como población la planta de producción de la empresa que cuenta con 6 empleados en sus diferentes áreas (como lo son corte, costura, relleno y terminados) y los clientes de la empresa (20 clientes).

La muestra corresponderá a los datos obtenidos de la producción del último trimestre del año 2019 y el primer trimestre del año 2020.

5.4. Fuentes de información

Las técnicas de recolección de datos que se van a tener en cuenta para la recolección de datos son:

- Indicadores: Se tendrán en cuenta indicadores de calidad, indicadores de eficiencia con los que cuenta la empresa en este momento.
- Datos secundarios: Se tendrán en cuenta investigaciones realizadas anteriormente, trabajos de grado presentados relacionados con nuestro trabajo de investigación, libros de Lean Manufacturing, información de sensores y actuadores para la automatización de procesos.

6. Diagnóstico del estado actual de la empresa frente a las herramientas de Lean Manufacturing

6.1. Diagnóstico Lean Manufacturing

El siguiente diagnóstico se realizó teniendo como referencia los aportes del libro (Ball 2005) (citado por (Yoon et al. 2018)) donde plantean diferentes herramientas que se pueden emplear para implementar un sistema de Lean Manufacturing, en la tabla 7 se realiza un análisis general de la empresa, donde no se identifica si se han realizado avances en las herramientas de Lean Manufacturing, solo se tienen en cuenta si ya se implementó o no la herramienta:

Tabla 8.

Diagnóstico general de la empresa con Lean Manufacturing

Etapa	Descripción de las herramientas o ítems de Lean Manufacturing	¿Existe actualmente?	
		SI	NO
Planear	Cultura gerencial en contra de los 7 desperdicios, ya sea en cuanto a controles administrativos, documentales o procedimentales.		X
Actuar	La empresa realiza mejora continua de los procesos o actividades productivas con herramientas de Lean Manufacturing.		X
Hacer	Se cuenta con las 5's implementadas y se emplean mecanismos para controlar el mantenimiento de las mismas a través del tiempo.		X
Actuar	La empresa cuenta con grupos de mejora continua con personal administrativo u operativo, que se enfocan en consolidar y analizar la información para generar e implementar planes de mejora continua.		X
Verificar	Se cuenta con un enfoque de Lean Manufacturing para controles de calidad.		X
Verificar	La empresa cuenta con mecanismos o procedimientos destinados a la gestión visual de los procesos.		X
Planear	Los procesos se encuentran estandarizados y se cuenta con evidencia documental de cómo es la mejor alternativa para realizar las tareas del proceso.		X
Planear	Se cuenta con una distribución de planta adecuada la cual fue instaurada con herramientas convenientes que se adapten a Lean Manufacturing.		X
Verificar	Se cuenta con indicadores de productividad establecidos, supervisados y controlados.		X
Verificar	La empresa ha implementado tableros visuales en donde se relacionan los indicadores o mecanismos de control que se supervisan constantemente.		X

Hacer	Se cuentan con medidas de rendimiento OEE para la maquinaria y la productividad.		X
Planear	Se cuentan con mecanismos claves para organizar y gestionar efectivamente los sistemas de producción.		X
Hacer	El sistema de producción cuenta con una secuenciación adecuada.	X	
Planear	El sistema de planeación y control de la producción se encuentra equilibrado, es decir es entendible y se presta para el análisis efectivo.		X
Hacer	La empresa ha implementado Kanban.		X
Hacer	La empresa ha implementado SMED.		X
Hacer	La empresa ha implementado TPM.		X
Verificar	La empresa ha implementado herramientas estadísticas que contribuyen al control y a la mejora de los procesos.		X
Actuar	La empresa analiza constantemente las oportunidades de mejora para los puestos de trabajo.	X	
Verificar	La empresa ha implementado círculos de calidad en todo su proceso productivo y con sus equipos de trabajo.	X	
Actuar	La empresa ha implementado filosofías como JIT		X
Actuar	La empresa ha establecido mecanismos de control y evaluación con proveedores y clientes.		X
Actuar	La empresa realiza análisis de valor de cada uno de sus procesos.		X
Hacer	La empresa ha implementado AMFE.		X
Hacer	La empresa ha implementado JIDOKA.		X
Planear	La empresa ha implementado el ciclo PHVA.		X
Hacer	La empresa ha implementado Seis sigma.		X
Actuar	La empresa ha implementado métodos de resolución de problemas.		X
Planear	Existe comunicación y trabajo en equipo en todas las áreas de la compañía.	X	
Verificar	La empresa implementa mecanismos de dirección a través de reuniones		X
Actuar	La empresa realiza motivación de equipos constantemente		X

Nota: Cuadro obtenido de (Yoon et al. 2018), elaborado con la información de la empresa.

En la tabla 7 se puede observar que en la empresa actualmente no están implementadas herramientas de Lean Manufacturing, de 37 herramientas que se evaluaron tan solo el 10,81% de estas se han implementado, equivalente a 4 herramientas y aún falta por implementar 33 herramientas como se evidencia en la figura 18.

Herramientas de Lean Manufacturing

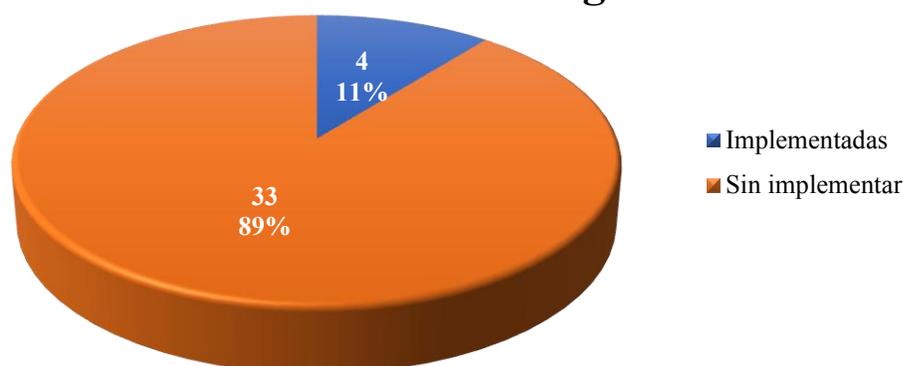


Figura 17. Herramientas Lean Manufacturing en la empresa creaciones SALMA. Autoría propia.

6.2. Diagnóstico actual según las mudas

Uno de los objetivos de las herramientas de Lean Manufacturing especialmente la de las tres Ms (léase el apartado 4.1.2. del presente trabajo) es eliminar los desperdicios de los procesos productivos de la empresa para lograr una optimización eficiente, a continuación se mostrara el estado actual de la empresa visto desde la perspectiva de las tres Ms, donde se identificaran los desperdicios que están generando la mayor parte de problemas en la empresa.

6.2.1. Exceso de transporte.

La distribución actual de la fábrica y no tener una línea de producción estandarizada conlleva a que los operarios inviertan bastante tiempo en el desplazamiento de un área a otra, actualmente el tiempo de transporte total de la fabricación es de 5 minutos, equivalente a 6,58% del tiempo total de producción, en la figura 3 y 4 se puede apreciar más detallado estos tiempos, y aunque no es un peso significativo en el tiempo total de producción, si se tiene en cuenta la dimensión de la planta de producción estos tiempo son innecesarios. La empresa cuenta con un área total de 72 m².

6.2.2. Procesos inapropiados.

La ausencia de tecnología dura (maquinaria), la ausencia de las 5's y los procesos no automatizados han ocasionado que los operarios se demoren más del tiempo necesario para la fabricación de peluches, para identificar mejor cada uno de estos problemas se analizan por separado y se toma evidencia de cada uno de estos problemas dentro de la fábrica.

6.2.2.1. Identificación de 5's dentro de la empresa. Realizando el diagnóstico de los procesos productivos se logra evidenciar la falta de la 5's que se presenta actualmente en la empresa, la cual ha sido notable por la baja productividad e incumplimiento en la entrega de los pedidos, generando altos tiempos de producción y procesos innecesarios porque no hay un orden establecido para los implementos de trabajo, como para la materia prima. En la figura 19 y 20 se evidencia la falta de implementación de las 5's, no se cuenta con una política o una organización adecuada en la fábrica, esto afecta los tiempos de producción los cuales se pueden identificar en la figura 2, 3, 4 y 5 donde se presentan los mapas de proceso de la empresa, generando una insatisfacción en la demanda como se puede evidenciar en la figura 1.



Figura 18. Instalaciones - área de relleno y bodega. Autoría propia.



Figura 19. Instalaciones - área de relleno y acabados. Autoría propia.

En la figura 20 se presenta la entrada de la empresa, donde está ubicada la bodega de relleno y el área de terminados, sin embargo, este mismo espacio es usado para guardar un carro, cada vez que los operarios terminan su jornada laboral debe depositar el relleno sobre las sillas donde trabaja el personal encargado de rellenar y así mismo en las mañanas volver a acomodar. Los productos que se rellenan en esta área deben ser colocados en el suelo, además, es un espacio donde transitan las personas que ingresan a la empresa y los operarios que se desplazan dentro de ella constantemente. Esto, genera que los productos puedan estar en mal estado, sucios o con defectos.

En el área de corte como se observa en las figuras 21, 22 y 23, la materia prima correspondiente para realizar el corte es la tela, el gerente realiza compras en grandes cantidades, los proveedores envían de tres a siete rollos de tela de diferentes diseños en cada pedido y estas deben ser colocadas en diferentes partes de la empresa debido a que el espacio del área de corte no es suficiente, sin embargo también se evidencia que falta limpieza y organización con la materia prima generando que deban estar en el piso, pasillos o debajo de las mesas de corte, etc.



Figura 20. Instalaciones - área de corte. Autoría propia.

La figura 21 es una fotografía tomada del área de corte, como se evidencia hay mucho desorden en esta área, además se encuentra materia prima delicada (como es la tela) en el piso, lo cual puede generar que el producto terminado presente inconformidades y/o devolución por parte del cliente.



Figura 21. Instalaciones – pasillo. Autoría propia.

En la figura 22 se puede observar el pasillo principal de la fábrica donde los empleados se trasladan del área de corte (donde se alista toda la materia prima para la construcción del producto) al área de relleno y costura, además, este pasillo conecta con la cocina y la entrada de la fábrica, el objeto que está obstruyendo el paso libre y seguro de los empleados es una materia prima (tela).



Figura 22. Instalaciones - bodega de corte. Autoría propia.

En la figura 23 se puede observar cómo se almacena la materia prima en el área de corte, no se encuentra un orden establecido, por lo contrario, se evidencia que la materia prima solo se “acomoda” debajo de la mesa de trabajo.



Figura 23. Instalaciones - bodega de corte. Autoría propia.

Así mismo, en esta área hay elementos innecesarios que no son útiles para el proceso de corte, y los implementos necesarios se encuentran en desorden sobre la mesa o dispersos por el lugar, no se cuenta con un lugar específico para almacenar la maquinaria y las herramientas de trabajo, se presenta mala distribución en la materia prima generando desperdicios o retal que lleva bastante tiempo guardado y no se ha utilizado.



Figura 24. Instalaciones - área de corte. Autoría propia.

En el área de corte se evidencio en distintas ocasiones que habría objetos sobre la mesa de trabajo que no permitían realizar un proceso eficiente, en la figura 25 se puede observar que la operaria trabaja en una mesa donde no solo está la materia prima (tela) sino también con diferentes bolsas, generando incomodidad.



Figura 25. Instalaciones - bodega área de corte. Autoría propia.



Figura 26. Instalaciones - área de corte. Autoría propia.

En la figura 26 y 27 se observa cómo está ubicada u “organizada” la materia prima del área de corte, donde no se cuentan con estándares o políticas aptas para el almacenamiento de la misma.



Figura 27. Instalaciones - bodega área de corte. Autoría propia.

La figura 28 es una fotografía tomada detrás de la puerta de acceso al área de corte, donde adicional de lo que se ha mencionado anteriormente (falta de organización) se puede generar un posible accidente, en un escenario donde la materia prima se caiga sobre la mesa de corte y genera graves accidente al operario.



Figura 28. Instalaciones - bodega área de corte. Autoría propia.

Una vez terminado el corte de materia prima se debe transportar al área de costura para su debido proceso, sin embargo, como se evidencia en la figura 29 no hay un espacio destinado para el almacenamiento de estos cortes, por tal razón el operario debe dejarlos sobre la mesa de corte mientras el área de costura continua con el proceso.

6.2.3. Defectos o productos no conformes.

Teniendo en cuenta las muestras realizadas para el desarrollo del trabajo, de 1.700 muestras que se tomaron de todas las referencias en el área de corte y relleno, 189 muestras presentan defectos al salir del área de corte de las cuales 18 fueron devueltas por los clientes y de esas 1.700 muestras 652 presentan defectos al salir del área de relleno de las cuales 50 fueron devueltas por los clientes, estos datos se pueden apreciar mejor en la tabla 2 y 3 del capítulo 1.3 del presente trabajo.

6.2.4. Actividades o movimientos innecesarios.

En la empresa cada operario en la labor que desempeña está realizando movimientos o trabajos innecesarios que no generan valor agregado al producto terminado. En este trabajo se estudiarán dos procesos como se había mencionado en el desarrollo del trabajo, el proceso de relleno y corte, los cuales tienen tareas innecesarias como alistar materia prima, hacer un control de calidad, contar las piezas producidas, actividades que generan desgaste en el operario y que no están generando un valor agregado a la empresa. Para entender mejor cada una de estas actividades se realizaron mapas de flujo y diagramas descriptivos donde se identifican y marcan con un círculo rojo las actividades que son innecesarias y que se pueden sustituir o mejorar si se automatizan los procesos.

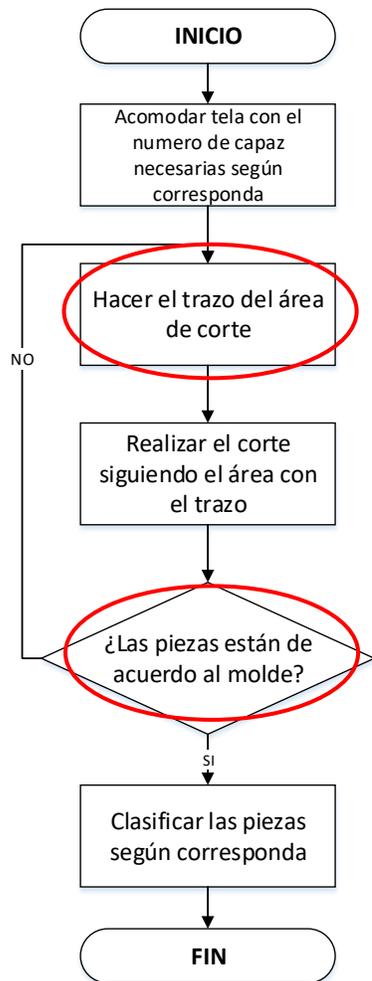


Figura 29. Mapa de procesos, proceso de corte de la fábrica. Autoría propia.

Actividad: Proceso de corte (por unidad)				Resumen			
Fecha: 20-03-2020				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Operador: Hamilton Quiñones		Analista: Sergio Rojas		Operación 	4		
Comentarios: Los tiempos del proceso son un promedio de cada una de las referencias de los productos, a los cuales se le realizaron 10 muestras diferentes a cada uno.				Transporte 			
				Inspección 	1		
				Almacenamiento 			
				Tiempo en minutos	23		
Pagina		1 de 1		Distancia (pies)			
Proceso	Símbolo				Tiempo en segundos	Distancia (en pies)	Descripción
Acomodar tela con el número de capas necesarias según corresponda					20		Para el proceso de corte lo primero que se debe hacer es acomodar el rollo de tela sobre el área de corte y según el material que se vaya a cortar organizar el número de capas que sea permitido cortar.
Hacer el trazo del área de corte					30		Para hacer el trazo del área de corte se debe tener un molde, el cual se saca con la primera muestra, una vez se tenga el molde se debe marcar con un esférico cada una de las partes, los trazos deben ir seguidos y se debe procurar dejar pedazos de tela sin cortar.
Realizar el corte siguiendo el área con el trazo					30		Una vez se tenga la guía por donde se deben realizar los cortes, de manera cuidadosa para que no haya accidentes laborales ni que se desperdicie tela se debe proceder a cortar cada una de las partes.
¿Las piezas están de acuerdo con el molde?					30		En este proceso de calidad se deben comparar las piezas cortadas con el molde, si alguna pieza no encaja con el molde se debe devolver al proceso de realizar el trazo, ya sea para arreglar la pieza o para cambiarlo por una pieza más pequeña.
Clasificar las piezas según corresponda					10		Se deben clasificar las piezas cortadas anteriormente por grupos, para diferenciar cada una de las piezas, se hacen grupos de 12 piezas y se guardan en una bolsa.

Figura 30. Mapa descriptivo proceso de corte. Autoría propia.

Como se observa en la figura 30 en el proceso de corte se identifican dos operaciones que no están generando un valor agregado al producto terminado y se pueden sustituir o mejorar. Por un lado se identifica el trazo del área de corte, el cual se realiza con un molde y se debe trazar en la tela según las piezas necesarias para fabricar, esta operación es totalmente manual y puede generar desperdicios y defectos en la empresa; por otro lado se identifica como proceso innecesario la verificación de las piezas en el molde, aunque es un proceso de calidad que puede generar un valor agregado al producto, cuando lo realiza el mismo operario puede que este pase un defecto sin darse cuenta.

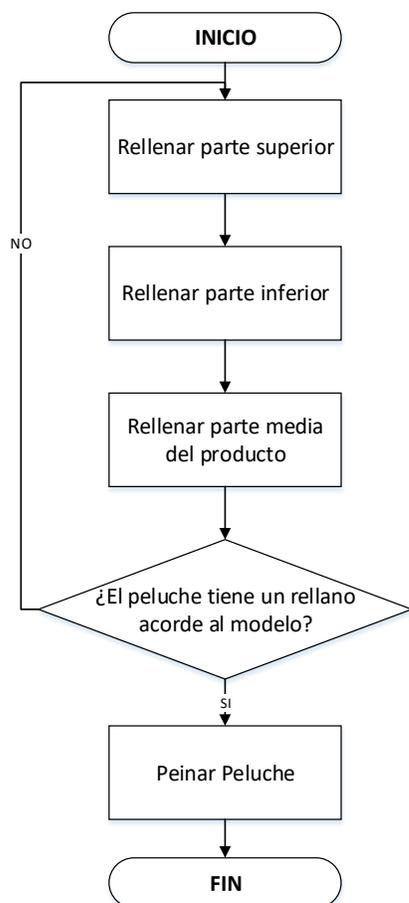


Figura 31. Mapa de procesos, proceso de relleno de la fábrica. Autoría propia.

Actividad: Proceso de Relleno (por unidad)				Resumen			
Fecha: 20-03-2020				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Operador: Erika Quiñones		Analista: Sergio Rojas		Operación 	4		
Comentarios: Los tiempos del proceso son un promedio de cada una de las referencias de los productos, a los cuales se le realizaron 10 muestras diferentes a cada uno.				Transporte 			
				Inspección 	1		
				Almacenamiento 			
				Tiempo en minutos	10		
Pagina 1 de 1				Distancia (pies)			
Proceso	Símbolo				Tiempo en minutos	Distancia (en pies)	Descripción
Rellenar parte superior					210		Para iniciar el relleno del peluche se debe rellenar el frente de la cabeza o lo más conocido como el "hocico", una vez se tenga el hocico con relleno se procede a rellenar la cabeza.
Rellenar parte inferior					180		La parte inferior del peluche según el tamaño y características del peluche es la más esencial, pues cuando se trata de osos tamaño dúplex parados, es un proceso que requiere de demasiado relleno y un "refuerzo" el cual normalmente se hace con guata.
Rellenar la parte media del peluche					140		En este proceso se empieza a dar forma del peluche, si alguna de las extremidades quedó con más o con menos relleno se debe distribuir uniformemente el relleno.
¿El peluche tiene el relleno de acorde al molde?					20		Desde que se empieza la producción del peluche se debe seguir su proceso según al molde, en este proceso de calidad se debe de comparar el molde y el peluche que se está rellenando, en tamaño, volumen.
Peinar Peluche					50		Cuando se realiza el proceso para coser las partes del peluche quedan trozos en los cuales se evidencian las uniones, por esta razón es necesario peinar el peluche, para cubrir el área del peluche.

Figura 32. Mapa descriptivo proceso de relleno. Autoría propia.

Aunque en este caso no se identifican puntualmente los procesos que no generan valor agregado al producto, se puede afirmar que este proceso es muy operativo como se evidencia en la figura 32 y 33, generando desgaste físico en los empleados; en una encuesta realizada a los dos operarios (en la empresa cuenta con 11 empleados, revisar apartado 1.2.) de relleno se puede observar que no están satisfechos con su labor y además aseguran que han sentido molestia en las manos a raíz de esta labor repetitiva. Los resultados de la encuesta se presentan a continuación.

6.2.4.1. Análisis de la encuesta. Se realiza una encuesta en google a las cuatro personas encargadas del área de relleno para conocer su satisfacción como empleados y las actividades relacionadas con el cargo, con el objetivo de evaluar los resultados, conociendo su opinión.

Como se observa en la figura 34, el 25% de los empleados llevan laborando menos de 2 meses, el 25% 2 meses, el 25% 4 meses y el 25 % de estas personas llevan más de seis meses, para un total del 100%.

¿Cuánto tiempo aproximadamente lleva laborando en creaciones Salma?

4 respuestas

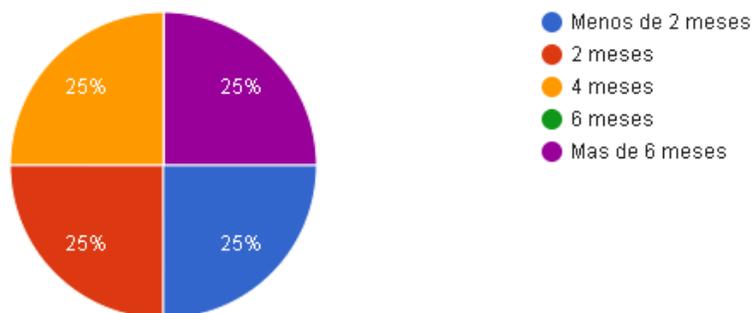


Figura 33. Tiempo laborado en la compañía. Autoría propia.

En la figura 35, nos indica que el 75% de los empleados se sienten satisfechos de realizar las actividades asignadas en el área de relleno, sin embargo, el 25% no lo está.

¿Se siente satisfecho con el trabajo realizado en el área de relleno?

4 respuestas

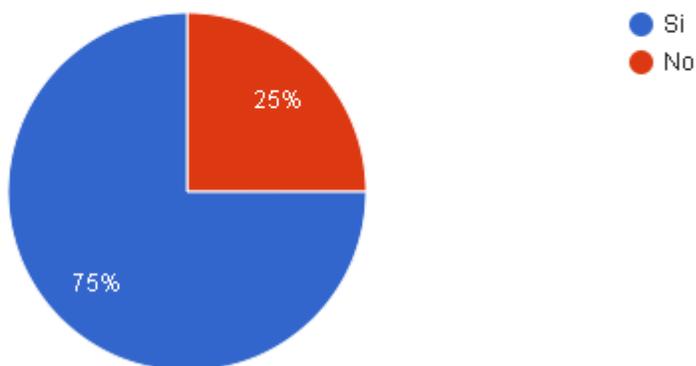


Figura 34. Satisfacción laboral. Autoría propia.

Los dolores musculares son comunes en las personas que realizan movimientos repetitivos y no realizan pausas activas, como se evidencia en la figura 36, el 50% de las personas del área de relleno algunas veces han presentado dolores y adormecimientos en los brazos debido a procesos manuales en el área de relleno. Un 25% efectivamente si lo ha presentado y finalmente un 25% no ha tenido incontinentes en sus brazos.

¿Durante el tiempo laborado ha presentado dolores en los brazos, adormecimiento, entre otros, por el trabajo manual en el momento de rellenar?

4 respuestas

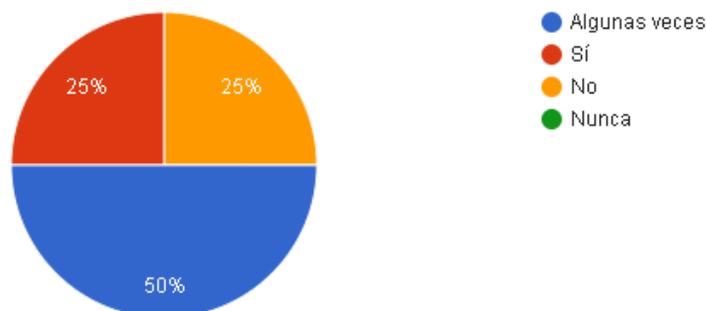


Figura 35. Incidentes laborales. Autoría propia.

Según el diagnóstico de los procesos productivos frente a las herramientas de Lean Manufacturing una de las causas de la baja productividad es la falta de organización en el puesto de trabajo y herramientas necesarias para el proceso lo cual se evidencia en la figura 37, con una totalidad del 100%, es decir, todos los empleados del área de relleno consideraron que la empresa carece de organización.

¿Cuáles de las siguientes opciones considera usted que le hace falta a la empresa para aumentar su productividad?

4 respuestas

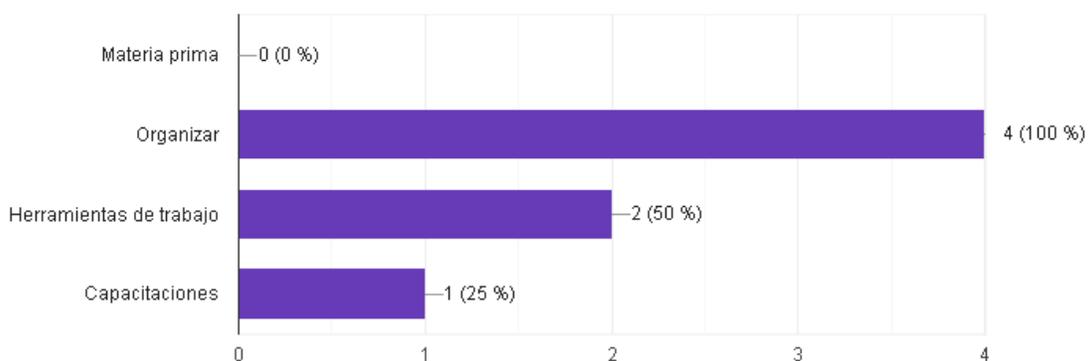


Figura 36. Causas de la baja productividad. Autoría propia.

7. Análisis financiero

Se realiza un análisis financiero a los dos productos más demandados en la empresa (león pequeño y osos de 1.15 cm) para determinar el desperdicio promedio mensual que se obtiene en el proceso de relleno, a continuación en la tabla 8 se presenta las especificación por producto que debe tener cada referencia, aclarando que estas especificaciones se determinaron por el gerente al momento de lanzar el producto al mercado, donde tiene en cuenta diferentes variables para el costo final del producto, la fórmula para establecer el precio final se presenta a continuación.

$$PF = CMO + CR + CT + CMP + IG \quad (1)$$

Donde CMO representa el costo de mano de obra, CR el costo de relleno, CT el costo de tela, CMP el costo de la materia prima adicional (ojos, silicona, hilo, etc.), IG el índice de ganancia que lo establece el gerente según su criterio y por ultimo PF representa el precio final del producto.

7.1. Especificaciones por referencia

En la tabla 8 se especifica cuanto relleno se requiere para producir una referencia de peluche, estos datos como se mencionó anteriormente son administrados por el gerente de la empresa, en el caso del león pequeño se requieren 160 ± 5 gramos, y en el caso del oso 1.15 cm se requieren 3.300 ± 5 gramos, esto quiere decir que si el oso de 1.15 cm pesa entre 3.295 gramos y 3.305 gramos estará dentro del peso estipulado y pasara los estándares de calidad, si pesa menos o más será un producto defectuoso, del mismo modo funciona el león pequeño.

Tabla 9.

Especificaciones por referencia

Especificaciones por unidad de referencias más demandadas				
Proceso	León Pequeño		Osos 1.15	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Mano de obra corte	1	\$200	1	\$2.000
Tela	0,14 mt	\$1.771	1,70 mt	\$15.400
Costura	1	\$1.200	1	\$2.500
Relleno	160 gr \pm 5gr	\$1.100	3.300 gr \pm 5 gr	\$23.333
Mano de obra relleno	1	\$400	1	\$1.500
Terminación	1	\$200	1	\$700
	Total	\$4.871		\$45.433

Nota: Especificaciones de materia prima y mano de obra requerida por referencia, elaborado con la información de la empresa.

Para desarrollar el ejercicio teniendo en cuenta una distribución muestral media es necesario que la muestra sea igual o superior a 30 muestras, según (Numbers and Teor n.d.) “Si el

estadígrafo elegido es la media, se tendrán $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ medias muestrales; estas se distribuyen normalmente si k es muy grande. En la práctica, 30 o más valores son suficientes”. Por esta razón se tomaron 30 muestras del peso de las dos referencias, los cuales se presentan en la tabla 9.

Tabla 10.

Muestras de peso.

Muestra peso							
León pequeño				Osos 1.15			
Muestra	Peso relleno	Muestra	Peso relleno	Muestra	Peso Relleno	Muestra	Peso Relleno
1	200 gr	16	185 gr	1	3.430 gr	16	3.409 gr
2	210 gr	17	215 gr	2	3.388 gr	17	3.410 gr
3	190 gr	18	200 gr	3	3.432 gr	18	3.399 gr
4	207 gr	19	205 gr	4	3.423 gr	19	3.406 gr
5	205 gr	20	210 gr	5	3.440 gr	20	3.460 gr
6	200 gr	21	200 gr	6	3.376 gr	21	3.392 gr
7	205 gr	22	220 gr	7	3.400 gr	22	3.438 gr
8	185 gr	23	205 gr	8	3.444 gr	23	3.394 gr
9	205 gr	24	230 gr	9	3.398 gr	24	3.437 gr
10	175 gr	25	225 gr	10	3.452 gr	25	3.395 gr
11	195 gr	26	185 gr	11	3.371 gr	26	3.398 gr
12	215 gr	27	205 gr	12	3.459 gr	27	3.371 gr
13	220 gr	28	225 gr	13	3.373 gr	28	3.450 gr
14	185 gr	29	210 gr	14	3.396 gr	29	3.448 gr
15	220 gr	30	195 gr	15	3.436 gr	30	3.439 gr

Nota: Se presenta el peso obtenido de las muestras realizadas a las dos referencias más vendidas, elaborado con la información de la empresa.

Para realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos en el estudio y las muestras realizadas, se debe entender que es una prueba de hipótesis, para qué sirve el teorema del límite central y cada una de las funciones para realizar una prueba de hipótesis.

7.1.1. Prueba de hipótesis.

El objetivo de realizar una prueba de hipótesis es determinar si se rechaza o no la hipótesis estadística, según (ProbaFacil 2016) “Una prueba de hipótesis es un procedimiento, con el que se busca tomar una decisión sobre el valor de verdad de una hipótesis estadística. Al realizar una prueba de hipótesis decidimos si rechazar o no rechazar esa hipótesis estadística. Basamos la decisión en la evidencia muestra.”.

Caso	Parámetro de interés	Estadístico de prueba
$X \sim N(\mu, \sigma)$ σ conocida	μ	$\frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \sim N(0,1)$
$X \sim N(\mu, \sigma)$ σ desconocida	μ	$\frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \sim t_{n-1}$
$X \sim$ desconocida σ desconocida $n > 30$	μ	$\frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \approx N(0,1)$
$X \sim$ Bernoulli(p) $n > 30$	p	$\frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \approx N(0,1)$
$X \sim N(\mu, \sigma)$	σ^2	$\frac{S^2(n-1)}{\sigma^2} \sim \chi_{n-1}^2$

Figura 37. Fórmulas de la prueba de hipótesis. Obtenida de ProbaFacil (2016).

7.1.2. Teorema del límite central.

“Estudia el comportamiento de la suma de variables aleatorias, cuando crece el número de sumandos, asegurando su convergencia hacia una distribución normal en condiciones muy generales.” (Alvarado and Batanero 2008)

Como la muestra del ejercicio y el promedio son conocidos, se tiene en cuenta la fórmula (2), presentada a continuación:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (2)$$

Donde \bar{X} es el promedio de las muestras, μ es el valor esperado de una variable, σ es la desviación estándar y n el tamaño de la muestra. Mediante esta fórmula y con ayuda de herramientas ofimáticas (Excel) se establecen los parámetros para realizar una prueba de hipótesis.

En la tabla 10 se puede evidenciar cada una de las variables para el desarrollo de una prueba de hipótesis, en el caso del león pequeño se cuenta con una n (muestra) de 30 artículos, con un peso promedio de 304 gramos y una desviación estándar de 13,63.

Tabla 11.

Variables de prueba de hipótesis

	León pequeño	Osos 1.15
n	30	30
X	204 gr	3415 gr
S	13,6371703	27,8725342

Nota: Se presentan las variables para realizar una prueba de hipótesis.

En la tabla 11 se relacionan los límites superiores e inferiores de las referencias, estos límites hacen referencia al rango dentro del cual un peluche puede pesar y que este dentro del peso establecido, en el caso del Oso de 1,15 el peso debe estar entre 3.295 gramos y 3.305 gramos para que este dentro de los límites y sea aceptado.

Tabla 12.

Límites de peso

	LI	LS
León pequeño	155 gr	165 gr
Osos 1.15	3295 gr	3305 gr

Nota: Se presenta el límite superior e inferior de ambas referencias.

7.1.3. Hipótesis nula e hipótesis alternativa.

La hipótesis nula (H_0) hace referencia a la hipótesis de no cambio, por otro lado, la hipótesis alternativa (H_1) es complementaria a la hipótesis nula y la niega. En todo el proceso se demuestra que H_0 es verdadero hasta que se demuestre lo contrario.

Para este ejercicio se cuenta con las siguientes hipótesis:

Tabla 13.

Hipótesis nulas y alternativas

	León pequeño	Osos 1.15 cm
H1	$\mu=160$ gr	$\mu=3.300$ gr
H0	$\mu\neq 160$ gr	$\mu\neq 3.300$ gr

Nota: Se presenta las hipótesis nulas y alternativas del ejercicio a desarrollar.

En este caso se cuenta con un nivel de significación de 0,05, es decir que si el estadístico de prueba toma un valor fuera de la zona de aceptación se rechaza la hipótesis nula, para este caso la

zona de no rechazo de la hipótesis nula va desde -1,95 a 1,95 desviaciones estándar de una distribución normal estándar con parámetros $N\{0; 1\}$.

7.1.4. Análisis del estadístico de prueba.

Se realiza el cálculo de los estadísticos de prueba para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula, de esta manera se evaluará la posibilidad de futuros cambios o mejoras en los procesos.

Reemplazando los valores de la fórmula 2 del presente trabajo se obtiene el valor del estadístico de prueba para cada referencia, el cual se presenta a continuación:

$$Z = \frac{204 - 160}{\frac{13,63}{\sqrt{30}}} = 17,83 \quad (3)$$

En la fórmula 3 se observa el cálculo para obtener el valor observado del estadístico de prueba para el león, donde con un nivel de significación de 0,05 se rechaza la hipótesis nula, que afirma que el peso de los leones esta entre 155 gr y 165 gr, a favor de la hipótesis alternativa que afirma que el promedio del peso de los leones es diferente a los límites establecidos.

$$Z = \frac{3.415 - 3.300}{\frac{27,87}{\sqrt{30}}} = 2269 \quad (4)$$

En la fórmula 4 se observa el cálculo para obtener el valor observado del estadístico de prueba para el oso de 1.15cm, donde con un nivel de significación de 0,05 se rechaza la hipótesis nula, que afirma que el peso de los osos esta entre 3.295 gr y 3.305 gr, a favor de la hipótesis alternativa que afirma que el promedio del peso de los osos es diferente a los límites establecidos.

Para apoyar y entender mejor las conclusiones se realiza una presentación gráfica presentada en la figura 39 con los resultados de la prueba de hipótesis, tanto para el oso de 1,15 como para el león.

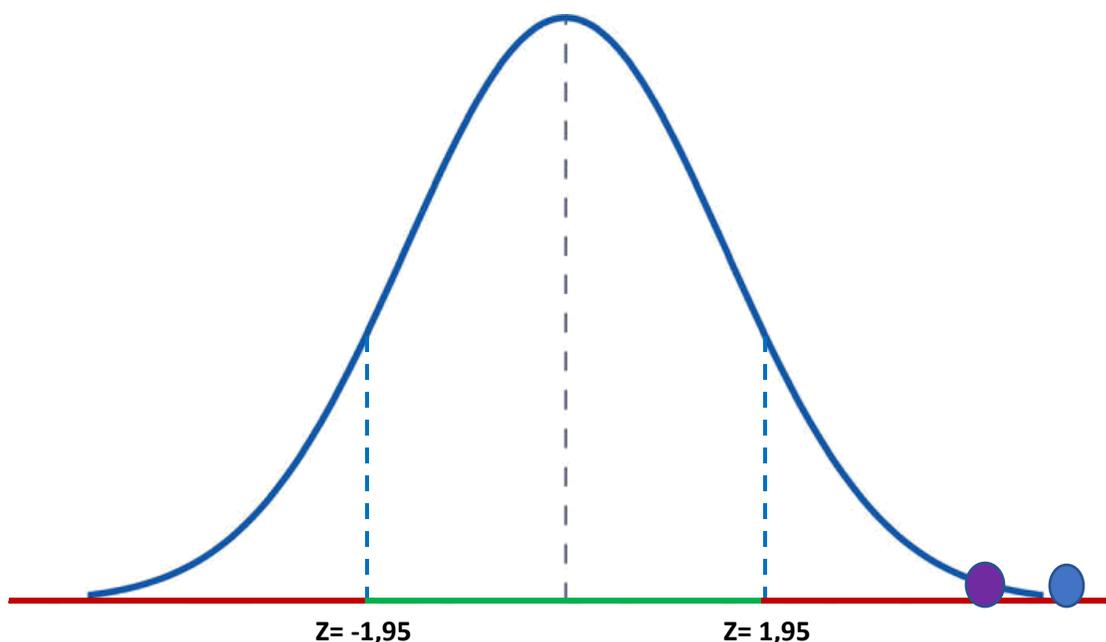


Figura 38. Gráfica de la prueba de hipótesis. Autoría propia.

En la figura 39 la zona de rechazo se encuentra subrayado la base en rojo, la base subrayada en verde se conoce como la zona de no rechazo.

El círculo morado en la gráfica representa el valor obtenido del estadístico de prueba obtenido de las muestras realizadas al león pequeño y el círculo azul representa el oso de 1.15.

7.2. Indicador de productividad

En el presente apartado se realiza el cálculo del diagnóstico actual de la empresa teniendo en cuenta el indicador de productividad del último trimestre del 2019 y el primer trimestre del 2020, cabe resaltar que antes de realizar el estudio no se contaba con indicadores establecidos.

En la tabla 13 se presenta la producción de las dos referencias más demandadas (león pequeño y oso de 1.15 cm) en el último trimestre de 2019 y primer trimestre del año 2020.

Tabla 14.

Producción 2019 - 2020

Producto	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
León pequeño	1.946	2.053	2.213	1.773	2.168	2.335
Oso 1.15 cm	1.048	1.106	1.192	955	1.168	1.258
Total	2.994	3.159	3.405	2.728	3.336	3.593

Nota: En la tabla se presenta la producción del último trimestre del año 2019 y primer trimestre del año 2020 de las referencias más demandadas.

En la figura 40 se observa el comportamiento de la producción mes por mes.

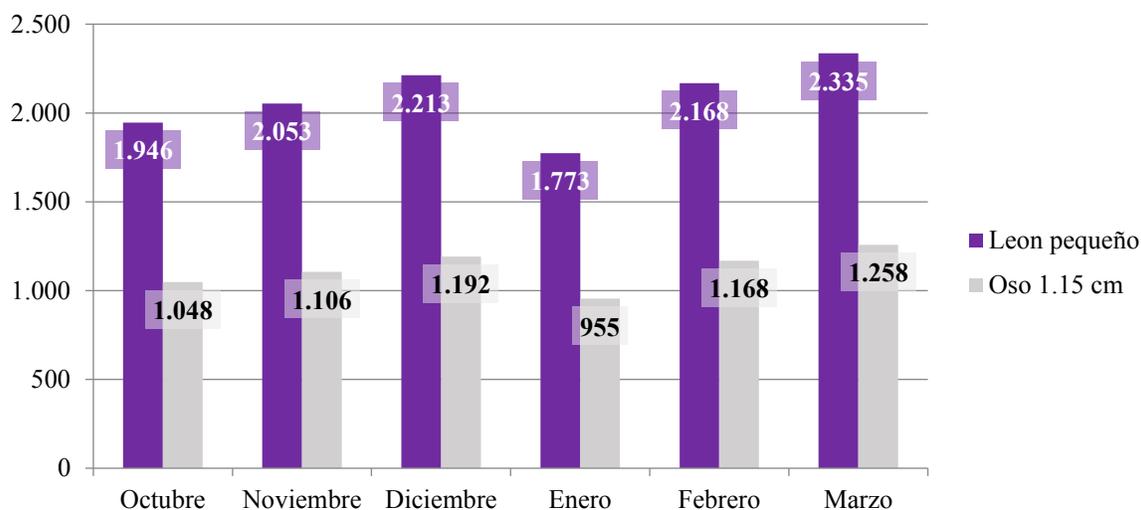


Figura 39. Producción mensual. Autoría propia.

Para comprender y analizar mejor los impactos que genera la implementación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos productivos si la empresa acepta realizar la inversión propuesta se calcula un indicador de producción.

7.2.1. Cálculo del indicador de productividad.

Para el cálculo del indicador de productividad se debe conocer los horarios establecidos por el gerente de la empresa y de esta forma se puede calcular cual es el tiempo disponible para la producción. En la tabla 14 se presenta los horarios que maneja la empresa según el día de la semana.

Tabla 15.

Horario laboral

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Entrada	7:00 - 13:15					
Hora de almuerzo	13:15 - 14:00	7:00 - 14:00				
Salida	14:00 - 18:00					
Total minutos laborados	615 min	420 min				

Nota: En la tabla se presenta el horario laboral de los empleados en un día normal de la semana.

Como se observa en la tabla 14 los empleados entran a las 7:00 a.m. y terminan su horario laboral a las 6:00 p.m., cuentan con 45 minutos de almuerzo de L-V, los sábados los empleados

trabajan un turno corrido de 7:00 a.m. a 2:00 p.m., el tiempo total que se dispone para la producción en una semana es de 3.495 minutos, equivalente a 58,25 horas a la semana.

Los días festivos los empleados trabajan común y corriente, si un empleado requiere tomarse el día se debe solicitar autorización desde el día anterior al gerente de la empresa, y este decide a su criterio asignar o no este permiso.

En la tabla 15 se relaciona la producción ya mencionada en la tabla 13 y el tiempo de producción disponible para así, de este modo, realizar el cálculo del indicador de productividad. Para el indicador de productividad se tiene en cuenta el tiempo disponible que se tiene para la producción (TD) y los productos fabricados (P), para este ejercicio la unidad de tiempo que se tiene en cuenta es el minuto y los productos se expresan en peluches producidos (sin importar la referencia), en la fórmula 5 se puede observar la fórmula.

$$\text{Indicador de productividad} = \frac{P}{TD} \quad (5)$$

Tabla 16.

Indicador de productividad.

Ítem	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Días laborados (L-V)	23	21	22	22	20	22
Minutos disponibles	14.145 min	12.915 min	13.530 min	13.530 min	12.300 min	13.530 min
Días laborados (S)	4	5	3	4	5	4
Minutos disponibles	1.680 min	2.100 min	1.260 min	1.680 min	2.100 min	1.680 min
Total minutos disponibles	15.825 min	15.015 min	14.790 min	15.210 min	14.400 min	15.210 min
Total unidades producidas	2.994	3.159	3.405	2.728	3.336	3.593
Indicador de productividad / min	0,19	0,21	0,23	0,18	0,23	0,24

Nota: El indicador de productividad se realiza teniendo en cuenta las unidades producidas y el tiempo disponible.

Es muy valioso para el gerente y la empresa saber el indicador de productividad que tiene la empresa actualmente para conocer cuál es su capacidad de trabajo, a partir de este indicador y teniendo en cuenta las soluciones propuestas se puede conocer si la propuesta genero un valor agregado a la compañía.

7.3. Resumen del diagnóstico actual de la empresa

A continuación, se presenta un resumen de lo evidenciado en el diagnóstico de la empresa, donde se puede entender más claro el estado global en el cual se encuentra la empresa en este momento.

Tabla 17.

Diagnóstico Lean Manufacturing actual de la empresa

Ítem de Lean Manufacturing	Estado actual
Implementación de herramientas Lean Manufacturing en la organización	Actualmente la organización cuenta con un 10,81% de herramientas de lean manufacturing.
Exceso de transporte	El proceso cuenta con 5 min en transportes.
Procesos inapropiados	Se identifica con un análisis de 5s y con fotografías los procesos inapropiados con los que cuenta la empresa.
Defectos	49,5% de los productos presentan inconformidades.
Movimientos o actividades innecesarias	Se analizan los dos procesos críticos de la empresa para evidenciar movimientos innecesarios en la producción
Análisis financiero	Los productos de la compañía no están dentro del peso establecido, se rechazan las hipótesis nulas para ambos productos.
Indicador de productividad	Se analiza la producción de la empresa y se calcula un indicador de productividad.

Nota: Cuadro elaborado con la información de la empresa.

8. Aplicación de herramientas lean manufacturing

A continuación, se realiza la descripción de la metodología y las herramientas empleadas para la automatización de los procesos de la organización en busca de mejorar los indicadores de producción de la empresa.

8.1. Propuesta de mejoramiento con la herramienta 5's de Lean Manufacturing

En la tabla 17 se realiza el diagnóstico Seiri de la empresa, se analizan los elementos innecesarios en las dos áreas más importantes de la fábrica y se realiza una propuesta general para todos estos elementos, con el fin de implementar la primera s que está relacionada con la eliminación de elementos innecesarios.

Tabla 18.

Diagnóstico Seiri

5's	Área	Elementos innecesarios	Propuesta
Seiri: Clasificar	Área de corte	Retal	Clasificar los elementos necesarios de aquellos que no son útiles o están dañados, así mismo, se ganara espacio para la herramienta que es útil.
		Tijeras sin filo	
		Moldes en mal estado	
		Cartulina rota	
		Cartón sin uso	
		Moldes sin uso	
		Desperdicios	
	Área de relleno	Herramientas no usadas	
		Tela antigua sin uso	
		Hilos sin uso	
		Tijeras en mal estado	
		Rematadores dañados	
		Agujas dañadas	
		Silicona dañada	

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

Una vez se identifican y se eliminan los elementos innecesarios del puesto de trabajo se debe continuar con la segunda s, la cual hace referencia a los elementos necesarios en el área de trabajo y se realiza una propuesta para ordenar estos elementos, en la tabla 18 se presenta el diagnóstico Seiton de la fábrica y la propuesta realizada.

Tabla 19.

Diagnóstico Seiton

5's	Área	Elementos necesarios	Propuesta
Seiton: Ordenar	Área de corte	Máquina cortadora	Ordenar cada área (corte, relleno) y establecer un lugar específico de los elementos o herramientas necesarias para el proceso y que facilite su uso.
		Esferos	
		Marcadores	
		Regla	
		Tela	
		Tijeras	
		Pesas	
	Área de relleno	Moldes	
		Cortes	
		Relleno siliconado	
		Rematadores	
		Agujas	
		Hilos	
		Lana	
Tijeras			
Materia prima			

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

Tener limpio el puesto de trabajo contribuye a una mejor productividad en la empresa, adicional genera un ambiente de trabajo más saludable, en la tabla 19 se realiza una propuesta de limpieza para el área de corte y relleno.

Tabla 20.

Diagnóstico Seiso

5's	Área	Propuesta
Seiso: Limpieza	Área de corte	Barrer desperdicios
		Lavar pisos
		Limpiar máquina cortadora
		Limpiar piezas internas de la máquina
		Limpiar herramientas de trabajo
		Tela limpia
	Área de relleno	Recoger relleno que este en el suelo
		Barrer y lavar piso
		Limpiar herramientas de trabajo
		Limpiar productos terminados

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

Las tres primeras s hacen referencia a la limpieza y orden del puesto de trabajo, pero para un desarrollo adecuado de esta herramienta es necesario que haya una estandarización de estas actividades, con el fin de prevenir que se genere nuevamente suciedad o desorden que se

eliminaron anteriormente, por tal razón se realiza una propuesta relacionada en la tabla 20 para la estandarización de estas actividades.

Tabla 21.

Diagnóstico Seiketsu

5's	Área	Actividad	Propuesta
Seiketsu: Estandarizar	Área de corte	Limpiar polvo o suciedad	Establecer para cada una de estas actividades fechas de acción por lo menos 1 día a la semana o más si el proceso lo requiere y de esta manera se logrará obtener mejores resultados.
		Lavar piso	
		Limpieza de la máquina cortadora	
		Limpieza interna de la máquina cortadora	
		Ordenar herramientas de trabajo	
		Recoger desperdicios	
	Área de relleno	Recoger retal	
		Barrer y lavar piso	
		Organizar los productos terminados	
		Limpieza de la herramienta de trabajo	
		Recoger desperdicios de relleno	
		Organizar las agujas	
		Organizar los hilos	
		Organizar tijeras y rematadores	

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

(M. Adriana 2019) indica que “la técnica de la disciplina se centra en el hecho de seguir mejorando”, por eso esta es la última entre las 5s, una disciplina aplicada proporcionara una mejora continua en la empresa, en la tabla 21 se presenta una propuesta para aplicar una disciplina en los procesos de la empresa.

Tabla 22.

Diagnóstico Shitsuke

5's	Área	Actividad	Propuesta
Shitsuke: Disciplina	Área de corte	Limpiar polvo o suciedad	Realiza cada una de estas actividades establecidas en las fechas correspondiente para mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo.
		Lavar piso	
		Limpieza de la máquina cortadora	
		Limpieza interna de la máquina cortadora	
		Ordenar herramientas de trabajo	
		Recoger desperdicios	
	Área de relleno	Recoger retal	
		Barrer y lavar piso	
		Organizar los productos terminados	
		Limpieza de la herramienta de trabajo	
		Recoger desperdicios de relleno	
		Organizar las agujas	
		Organizar los hilos	
		Organizar tijeras y rematadores	

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en la empresa creaciones Salma.

8.2. Capacitación de empleados en la de herramientas de Lean Manufacturing

A continuación, se presenta el plan de capacitación ejecutado para los empleados y el gerente de la empresa donde se da a conocer la importancia de la implementación de herramientas de lean manufacturing en los procesos productivos de una empresa, y cuál debe ser su debida implementación con la frecuencia establecida.

Plan de capacitación de herramientas Lean Manufacturing															
Título de la capacitación	Duración (min.)	Dirigido a	Frecuencia	Impartido por:	Programación										
					8:00	8:05	8:10	8:15	8:20	8:25	8:30	8:35	8:40	8:45	8:50
1	5	Gerente	Inducción, Diario	Estudiantes de Ingeniería	■	■									
2	5	Gerente	Inducción, Trimestral	Estudiantes de Ingeniería		■	■								
3	5	Gerente	Introducción, Semestral	Estudiantes de Ingeniería			■	■							
4	5	Gerente	Introducción, Semestral	Estudiantes de Ingeniería				■	■						
5	5	Gerente	Introducción, diario	Estudiantes de Ingeniería					■	■					
6	5	Personal operativo	Introducción, diario	Estudiantes de Ingeniería						■	■				
7	5	Personal operativo	Introducción, diario	Estudiantes de Ingeniería							■	■			
8	5	Personal operativo	Introducción, diario	Estudiantes de Ingeniería								■	■		
9	10	Todos	Introducción, diario	Estudiantes de Ingeniería									■	■	■
Tiempo total de capacitación	50														

Figura 40. Plan de capacitación. Autoría propia.

8.2.1. Evidencia capacitación.

A continuación, se presenta la evidencia fotográfica de la capacitación realizada a los empleados de la empresa donde se trabajaron los temas propuestos en la figura 41.

La reunión para la capacitación del personal se realizo en la zona de relleno, donde hay un espacio mas amplio, se organizo las sillas de tal manera que todos escucharan la capacitación y que vieran a la persona encargada de realizarla, en la digura 42 se observa como se organizaron las personas para la capacitación y el material de apoyo que se les brindo al personal.



Figura 41. Inicio de capacitación. Autoría propia.

En la figura 43 se observa como los empleados se apoyan con el material físico en la capacitación, en el desarrollo de la capacitación la persona encargada de realizarla iba instruyendo y explicando a los colaboradores que eran lo que tenían que hacer y cómo, mientras tanto los operarios miraban como se debe aplicar estas acciones.



Figura 42. Capacitación de personal 1. Autoría propia.



Figura 43. Capacitación de personal 2. Autoría propia.

Se dejó un espacio para realizar una ronda de preguntas frente a la explicación, en la figura 44 y 45 se observa como los empleados realizaban preguntas de la capacitación.



Figura 44. Capacitación de personal 3. Autoría propia.

La capacitación al personal se realizó en los horarios estipulados, y se contó con la participación de los empleados de la fábrica, donde se presentaron temas como la importancia de las 5's, la automatización de procesos, la importancia de la participación de ellas en la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, etc.

8.3. Evidencia de implementación de herramientas Lean Manufacturing

A continuación, se presentarán las evidencias del trabajo realizado en la empresa después del ejercicio de implementación de las 5's, donde se puede evidenciar como cada s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu) esta implementada en las instalaciones de la fábrica.

En la figura 46 se observa cómo se ordenan las partes del peluche después de cortarlas, anteriormente estas partes solo se dejaban sobre la mesa y en varias ocasiones se mezclaban, como por ejemplo un pie con la cola, esto generaba que el proceso se demorara más.



Figura 45. Calificación de piezas. Autoría propia.

Después de realizar la capacitación y al realizar la implementación de las 5's en las áreas de la empresa los resultados son satisfactorios, en la figura 47 y 48 se observa como permanece el área de costura, cumpliendo con un orden y una limpieza eficiente.



Figura 46. Área de costura. Autoría propia.



Figura 47. Área de costura. Autoría propia.

No solo se debe permanecer ordenada y limpia el área en general, también se debe permanecer en total limpieza y orden cada puesto de trabajo, en la figura 49 se observa como permanece una estación de trabajo del área de costura.



Figura 48. Área de trabajo de costura. Autoría propia.

Para prevenir accidentes laborales y contribuir a un ambiente laboral saludable para los empleados se delimitan las áreas de la empresa con cinta amarilla en el piso como se observa en la figura 50.

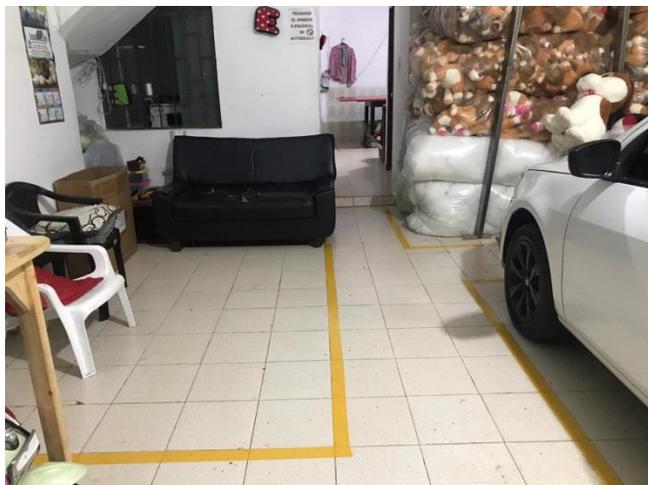


Figura 49. Entrada de la fábrica. Autoría propia.

El área de relleno, aunque no es muy amplia debe de permanecer en orden para encontrar la materia prima y los productos terminados con más facilidad, en la figura 51 se observa como permanece el área de bodega, donde está en completo orden, permitiendo que las personas puedan acceder con facilidad a lo que necesiten de esta área.



Figura 50. Bodega. Autoría propia.

En la figura 52 se observa el área de relleno y terminados, donde anteriormente dejaban cosas del área de bodega, generando un ambiente laboral poco saludable, después de aplicar las

herramientas de lean manufacturing todas las áreas de la empresa permanecen en orden y en completa limpieza.



Figura 51. Área de relleno. Autoría propia.

El área de corte presentaba mucho desorden sobre el puesto de trabajo, ahora como se observa en la figura 53 este puesto está completa limpieza, permitiendo que el operario realice su labor sin ningún problema.



Figura 52. Área de corte. Autoría propia.

La figura 54 es una fotografía del pasillo principal de la fábrica, donde se encontraban materiales que obstruían la libre circulación dentro de la empresa, por esta razón las 5s se aplicaron también a esta zona, con el fin que los empleados circulen libremente por la empresa.

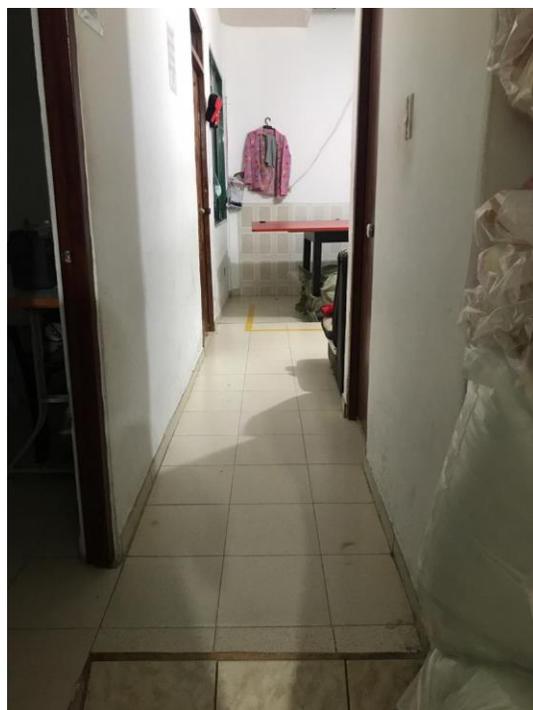


Figura 53. Pasillo principal. Autoría propia.

8.4. Plan de auditoria de herramientas Lean Manufacturing

Inicialmente se realiza una auditoria para conocer el estado actual de los procesos de la empresa frente a la herramienta Lean Manufacturing 5's, en donde se evalúan cada una de las S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), evaluando ítem esenciales para su aplicación e identificando cuáles de ellos se aplican y cuáles no.

Tabla 23.

Plan de auditoria 5's

#	5'S	Título	Auditoría 1	Auditoria 2	Auditoria 3	Objetivo
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	3	5	8	10
S2	Ordenar (Seiton)	"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	2	4	7	10
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y"	4	5	8	10

		prevenir la suciedad y el desorden"				
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S"	4	5	8	10
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	3	4	7	10
		Puntuación 5S	16	23	38	50

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en el plan de auditoría realizado a la fábrica.

Los resultados obtenidos en la primera auditoría no fueron satisfactorios como se ve reflejado en la tabla 22, debido a que no cumplían con varios aspectos como se observa en las figuras figura 55, 56, 57, 58, obteniendo una puntuación de 16/50 puntos, esto se calculó asignándole a cada una de las S una puntuación de 10 y de acuerdo a su cumplimiento con los ítems se le sumaban puntos o se le restaban y así se asignó una calificación para cada auditoría. (Ver anexo 1)

En la primer auditoría realizada en la empresa con el fin de evaluar la implementación de las herramientas de Lean manufacturing aplicadas en la empresa se observa desorden en algunas áreas de trabajo, la figura 55 y 56 es una fotografía tomada en el área de costura, donde se observa que no se cumplen con las 5's en esta área.



Figura 54. Evidencia auditoría 1. Autoría propia.



Figura 55. Evidencia auditoria 1.2. Autoría propia.

En la segunda auditoria aún se encontraban inconformidades frente a la implementación de las 5's en la figura 57 se observa una estación de trabajo del área de costura.



Figura 56. Evidencia auditoria 2. Autoría propia.

La figura 58 es la evidencia fotográfica de que aún se presentaba desorden en el área de corte de la empresa, después de realizada la auditoria se presentan estas evidencias y se realiza la retroalimentación a los empleados de la fábrica para promover la implementación de las 5's en la fábrica.



Figura 57. Evidencia de auditoria 2.1. Autoría propia.

Se realiza una auditoria el 12 de Septiembre del presente año, donde los resultados obtenidos fueron de 23/50 puntos, si se realiza una comparación con la primera auditoria su calificación fue más alta, sin embargo habían recomendaciones para seguir mejorando la implementación de la herramienta y obtener resultados más positivos, como podemos observar en la figura 59, se realiza una última auditoria el día 17 de Octubre, se evaluó cada una de las 5's y sus ítems, sus resultados fueron satisfactorio debido a que su puntuación está en 38/50 puntos.

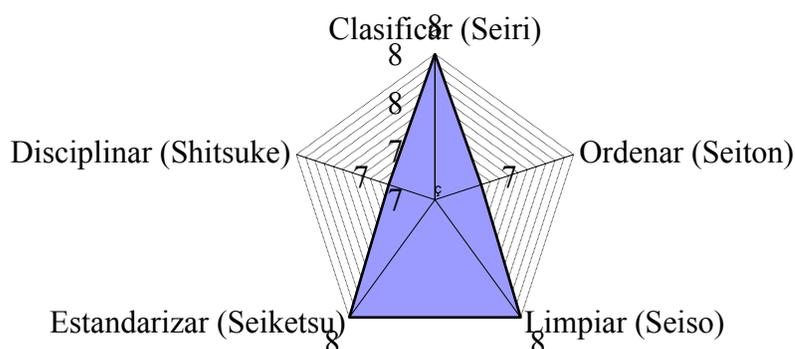


Figura 58. Análisis auditorio. Autoría propia.

Los efectos de la herramienta de las 5's se logran evidenciar en las auditorías realizadas en la empresa Creaciones Salma, es motivante porque permite conocer en qué situación se encuentra en relación con el estado de los procesos productivos para fijar objetivos y así mismo alcanzarlos, para obtener éxito en la propuesta de implementación se debe realizar inicialmente auditorias mensuales, de lo contrario se podría presentar nuevamente desorden, suciedad, entre otros.

El escritor Francisco Rey Sacristán en el libro Las 5's. Orden y limpieza en el puesto de trabajo, menciona:

Manteniendo una mejora continua en el nivel de las 5s conseguimos una mayor productividad que se traduce en: menos productos defectuosos, menos averías, menos accidentes, menor nivel de inventarios, menos movimientos o traslados inútiles, menos tiempo para el cambio de herramientas. (Francisco Rey Sacristan 2005)

8.5. Estandarización de procesos

Para la automatización de los procesos de la fábrica se tuvo en cuenta que los tiempos de producción habían cambiado y ahora era menor el tiempo de producción, esto debido a los

cambios realizados a los puestos de trabajo, donde se tiene en cuenta la implementación de Lean Manufacturing, la capacitación de introducción al tema que se brindó a los empleados y al gerente de la fábrica y el plan de auditoria que se realizó género que los tiempos de producción se disminuyeran, sin embargo aún existen movimientos innecesarios que no generan valor agregado al producto final.

Después de analizar el paso a paso de los procesos que realizan los operarios en el área de corte y relleno (ver al apartado 6.2.4) se procedió a eliminar aquellas actividades que se consideraban que no genera valor agregado al producto final, es así como se realiza la propuesta de los nuevos diagramas de producción en la fábrica, teniendo en cuenta que se aplique a diario las herramientas de Lean Manufacturing (especialmente las 5's), se puede llegar a que el producto no presente inconsistencias sin necesidad de realizar tantas inspecciones al mismo, un área de trabajo organizada y en buen estado contribuye al buen funcionamiento de la producción (ver figura 60).

Creaciones Salma Estandarización de orden y aseo										
Áreas encargadas:	Áreas de producción				Fecha:		Del		Hasta	
Evaluado por:	Alex Quiñones						1/10/2020		31/12/2020	
Área	Función	Frecuencia	A cargo de:	L	M	M	J	V	S	
Área de corte	Limpiar polvo o suciedad	Diaria	Amanda Cortes	X	X	X	X	X	X	
	Lavar piso	Semanal	Mariana López						X	
	Limpieza de la máquina cortadora	Diaria	Amanda Cortes	X	X	X	X	X	X	
	Limpieza interna de la máquina cortadora	Semanal	Mariana López						X	
	Ordenar herramientas de trabajo	Diaria	Amanda Cortes	X	X	X	X	X	X	
	Recoger desperdicios	Diaria	Mariana López	X	X	X	X	X	X	
	Recoger retal	Diaria	Amanda Cortes	X	X	X	X	X	X	
Área de relleno	Barrer	Diaria	Lucy	X	X	X	X	X	X	
	Organizar los productos terminados	Diaria	Carly	X	X	X	X	X	X	
	Limpieza de la herramienta de trabajo	Diaria	Daniela	X	X	X	X	X	X	
	Recoger desperdicios de relleno	Diaria	Lucy	X	X	X	X	X	X	
	Organizar las agujas	Diaria	Carly	X	X	X	X	X	X	
	Organizar los hilos	Diaria	Daniela	X	X	X	X	X	X	
	Organizar tijeras y rematadores	Diaria	Lucy, Carly y Daniela	X	X	X	X	X	X	

Figura 59. Formato del plan de estandarización de limpieza (orden y aseo). Autoría propia.

En la figura 61 se evidencia por cada una de las S los criterios que deben ser cumplidos para mantener la mejora, es decir, la estandarización de la herramienta propuesta.

Código Vigente desde:	1/10/2020	AUTOEVALUACIÓN EN 5 HOJA DE CHEQUEO	Creaciones Salma
------------------------------	-----------	--------------------------------------------	-------------------------

Nombre del equipo: _____ Fecha: _____

Lider: _____

Evaluado por: _____

		PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
SEIRI (SELECCIÓN NAR)	¿Existen objetos innecesarios? Cables, residuos, botellas, etc., en la estantería, y/o áreas de almacenamiento?	Muy mal	Mal	OK	Buena	Muy buena
	¿Existen equipos, papelería, y/o accesorios innecesarios?					
	¿Existen innecesarios en los escritorios, estantes y cajones?					
	¿Los elementos innecesarios están debidamente identificados con la tarjeta de innecesarios?					
	¿Existe el registro de elementos innecesarios?, ¿Aquellos que aún están en el área tienen plan de eliminación?					
PUNTAJE TOTAL						
SEITON (ORDENAR)	¿Como es la ubicación de equipos, papelería, canecas y/o accesorios?					
	¿Los armarios, escritorios, estantes y cajones están identificados?					
	¿Hay objetos sobre o debajo de los armarios, escritorios, estantes?					
	¿Como es la ubicación e identificación de equipos, papelería, canecas y/o accesorios?					
	¿Se ha definido la cantidad mínima y máxima de los equipos, papelería, canecas y/o accesorios?					
PUNTAJE TOTAL						
SEISO (Limpieza)	Grado de limpieza de los pisos					
	Grado de limpieza de los escritorios					
	Limpieza de armarios, estantes, equipos, escritorios y/o accesorios					
	¿Existe una asignación de las diferentes áreas para mantener la limpieza?					
PUNTAJE TOTAL						
SEIKET SU (Estándarización)	Se aplican las 3 primeras "S"					
	Estado del hábitat de la bodega: Ruido, Clima y Ergonomía					
	Como es el estado de elaboración de Procedimientos Estándar de Operación					
PUNTAJE TOTAL						
SHITSUKU E (Disciplina)	Se aplican las 4 primeras "S"					
	Se cumplen las normas de la empresa (Seguridad, reglamento interno de trabajo)					
	Cumplen las personas sus compromisos y responsabilidades asignadas de acuerdo a la descripción de funciones					
	Evaluación de Radar y Plan de Mejora en 5S's					

Figura 60. Hoja de chequeo 5's. Autoría propia.

9. Evaluación financiera

En seguida, se presenta una propuesta para el área de relleno, donde se evalúa con ayuda de la TIR (tasa interna de retorno) que tan rentable puede ser adquirir tecnología dura (maquinaria) en este proceso, básicamente se proyectan aquellos ingresos que se dejan de percibir por no tener un proceso estandarizado, donde se generan altos costos por pérdida de materia prima en la compañía, como se mencionó en el análisis financiero vs una inversión inicial.

Para entender mejor el ejercicio realizado, se debe entender que es y para que funciona la TIR, (Sevilla 2019) define la TIR como “la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto”. En la figura 62 se puede observar gráficamente que es la TIR y cómo se comporta a medida del tiempo.

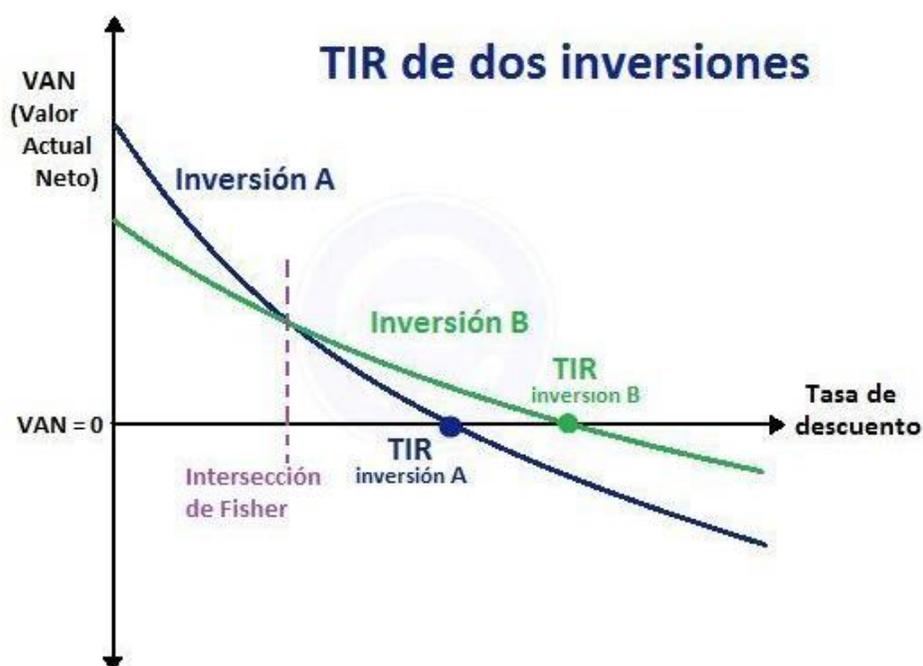


Figura 61. Tasa interna de retorno. Obtenido de Sevilla (2019).

La fórmula 6 expresa como se calcula de la VAN (valor actualizado neto) para hallar la TIR de una inversión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} \quad (6)$$

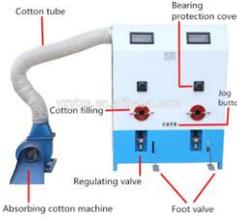
Donde Ft representa los flujos de dinero en cada periodo t, I0 representa la inversión inicial y n el número de periodos de tiempo.

Para el desarrollo del trabajo se tiene en cuenta una inversión a corto plazo (1 año), de allí se realiza el cálculo de la TIR, teniendo en cuenta el flujo de ingresos y gastos a medida del tiempo.

Lo primero es conocer cuál va a ser a inversión inicial, para lo cual se realiza una cotización de máquinas de relleno que se encuentran en el mercado, la cual se presenta a en la tabla 23, aunque la cotización esta expresada en US\$ se escoge la máquina marca tianchi, por sus especificaciones es la más apropiada para la fábrica sin realizar una inversión inicial tan alta, esta máquina tiene un valor total de \$10.000.000 aproximadamente.

Tabla 24.

Máquinas de relleno.

Nombre	Marca	Foto	Descripción Breve
TCCM-1250-2	TIANCHI		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Voltaje: 380V ✓ Dimensión (L*W*H): 1580*1100*2000 mm ✓ Peso: 550 kg ✓ Su eficiencia de llenado es 15-20 veces más rápida que la hecha a mano y está disponible para fibra larga y fibra corta, 0,7-15D ✓ Precio: US \$2.600
Equipo de relleno de almohada de edredón de alta calidad	BELYOO		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Voltaje: 380V ✓ Dimensión (L*W*H): 3250*1200*2000 mm ✓ Peso: 1760 kg ✓ La máquina adopta una máquina de algodón suelta automática para conectar una o más, una o dos cajas de puerto, máquinas de llenado de algodón tipo caja con manguera de goma blanca. ✓ Precio: US \$4.500
Máquina de relleno de juguetes y almohadas	YIZE		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Voltaje: 220V ✓ Dimensión (L*W*H): 3300*1260*1800 mm ✓ Peso: 1050 kg ✓ Esta máquina adopta el micro interruptor de pedal electrónico y la tecnología de control fiable y avanzada, que permite cargar y controlar el algodón con precisión controla la cantidad de pulverización de algodón ✓ Precio: US \$1.000

Pequeña máquina de relleno de almohada Kapok máquina de relleno de oso de peluche	COMPAR TIR		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Voltaje: 380V ✓ Dimensión (L*W*H): 600*900*1500 mm ✓ Peso: 130 kg ✓ a eficiencia de llenado es manual 15-20 veces, puede llenar fibra larga y fibra corta, algodón 0.7d-15d, algodón PP, desechos, partículas de plástico y espuma ✓ Precio: US \$1.199
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota: Elaboración propia a partir de la información obtenida en (Anon n.d.), (Anon n.d.), (Anon n.d.), (Anon n.d.), (Anon n.d.).

Adicional del costo de la máquina se debe realizar adecuaciones a las instalaciones y otras inversiones que influyen en la inversión inicial del proyecto, estos costos se presentan en la tabla 24.

Tabla 25.

Inversión inicial.

Inversión inicial	
Ítem	Costo
Máquina de relleno	\$10.000.000,00
Adecuación de instalaciones para energía trifásica	\$5.000.000,00
Cableado	\$100.000,00
Mano de obra calificada	\$200.000,00
Total	\$15.300.000,00

Nota: Se presenta un valor de inversión inicial aproximado, teniendo en cuenta diferentes variables.

Para que la máquina funcione si irregularidades y la fábrica no presente problemas de energía se debe realizar una adecuación al sistema eléctrico de las instalaciones, por esa razón se tiene pronosticado un valor aproximado de \$5.000.000 para dicha adecuación, adicional se debe contratar una persona especializada para la instalación de la máquina, estas dos variables, más la máquina y el cableado necesario suman un total de \$15.300.00 para la inversión inicial.

Como ya se conoce cuál va a ser la inversión inicial del proyecto ya se puede realizar el cálculo de la TIR para dicha inversión, sin embargo, la máquina cuenta con un costo de mantenimiento, el cual se presenta en un flujo de tiempo que se observa en la tabla 25.

Tabla 26.

Flujo de tiempo - TIR

Periodos	Inv. Ini.	Mantenimiento	Ganancia	Total
0	- 15.300.000			- 15.300.000

1		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
2		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
3	300.000	\$1.398.183,59	\$ 1.098.183,59
4		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
5		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
6	300.000	\$1.398.183,59	\$ 1.098.183,59
7		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
8		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
9	300.000	\$1.398.183,59	\$ 1.098.183,59
10		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
11		\$1.398.183,59	\$ 1.398.183,59
12	300.000	\$1.398.183,59	\$ 1.098.183,59

Nota: Se presentan los costos estimados de la inversión del proyecto en un periodo de 12 meses.

Para el caso de la máquina es necesario realizar un mantenimiento cada 3 meses, que tiene un valor de \$300.000 cada uno.

Al resolver esta ecuación, teniendo en cuenta la fórmula 6 y con ayuda de Excel resulta un valor de TIR = 0,28% EM = 3,38% NM = 3,43% EA, es decir que esta inversión nos va a brindar una rentabilidad de 3,43% EA.

9.1. Propuesta de optimización de procesos en el área de corte y relleno

En la tabla 26 y 27 se realiza una propuesta de eliminación de las actividades innecesarias en el área de corte y relleno identificadas en el apartado 6.2.4, con el fin de automatizar los procesos y mejorar la producción en la empresa, estas actividades innecesarias no están generando un valor agregado al producto, por esto es de gran utilidad eliminarlas.

Tabla 27.

Eliminación de actividades innecesarias en el área de corte.

Actividades	Método propuesto de eliminación
Hacer el trazo sobre la tela de cada molde	Realizar una plantilla de cartón con las medidas de la tela con la cual se va a realizar el corte, estas plantillas deben contener cada molde del producto, ya sea (león u osos de 1,15 cm), de tal forma que el operario de corte lo que debe hacer es colocar esta plantilla sobre las capas de tela, adecuarla e iniciar a cortar, omitiendo el proceso de dibujar uno a uno los moldes de un producto, disminuye el tiempo de corte y así mismo se producen más unidades.
Revisión y verificación de las piezas, debe ser acorde al molde	Cuando se realiza el trazo sobre la tela de cada molde, uno a uno, al finalizar el corte se deben revisar o verificar que las piezas estén acordes

	al molde, en ocasiones no todas salen del mismo tamaño o algunas de ellas salen defectuosas, lo cual genera que ya no sea utilizada, es decir, produce desperdicios de tela, para omitir este paso y tener la certeza que todos los cortes están acordes al molde debe eliminarse el paso anterior y así mismo este se omitiría.
Transporte de materia prima desde otras áreas al área de corte	Con la nueva herramienta de Lean Manufacturing 5s el operario debe encargarse de tener cada una de las herramientas en su puesto de trabajo, una de estas es la materia prima que en ocasiones por falta de espacio quedan almacenadas en otras áreas de la empresa, generando tiempos en exceso mientras el operario se dirige hasta donde se encuentra la materia prima y la lleva a su lugar de trabajo. Se deben establecer políticas de orden y organizar de tal forma que el operario optimice su tiempo de producción.
Realizar corte por unidades	El corte por unidad genera más tiempo debido a que debe realizarse de forma manual, para tener una mayor optimización en el área, se debe eliminar este tipo de corte para los osos e iniciar a realizar corte en grandes cantidades utilizando la máquina cortadora, de igual manera se evitan desperdicios de tela.

Nota: Propuesta de eliminación de actividades innecesarias en el área de corte.

Tabla 28.

Eliminación de actividades innecesarias en el área de corte.

Actividades	Método propuesto de eliminación
Rellenar parte superior	En la propuesta de optimización de procesos en el área de relleno encontramos la tecnología dura, es decir, la maquinaria, implementar esta máquina de relleno nos disminuirá el tiempo de producción ya que el operario debe insertar únicamente el orificio del peluche en la boquilla e iniciar a rellenar.
Rellenar parte inferior	
Rellenar parte media del peluche	
Transporte de materia prima	Con las herramientas 5s aplicada en el puesto de trabajo no se presentan estos tiempos perdidos, la materia prima se organiza y se mantiene ubicada en el mismo lugar.

Nota: Propuesta de eliminación de actividades innecesarias en el área de relleno.

Conclusiones

El proyecto que realizamos ha contribuido de manera importante para identificar y resaltar las condiciones de las herramientas de Lean Manufacturing frente a los procesos productivos de la empresa Creaciones Salma para la fabricación de peluches, donde se evidencio que del 100% solamente el 11% de herramientas se encontraban implementadas y un 89% de herramientas sin implementar.

Se propone al gerente de la empresa la implementación de la herramientas de lean manufacturing, ya que son herramientas importantes para disminuir los desperdicios y costos de producción, aumentando la producción y disminuyendo costos.

Se realizó una propuesta de mejoramiento en los procesos de fabricación utilizando la herramienta 5'S, iniciando su implementación y haciendo un seguimiento por medio de auditoria en el mes de Septiembre y Octubre, adicional a esto se realizó capacitación a los empleados, obteniendo resultados beneficiosos para la compañía ya que su puntuación final fue alta y considerable con una puntuación de 38/50, además se analizó la herramienta de las mudas, en cuanto a desperdicios, exceso de tiempos en la producción, para esto se hizo una reorganización en la planta de la empresa.

Se realiza una evaluación mediante la TIR para una inversión inicial necesaria para automatizar y estandarizar los procesos de la empresa, como resultado se obtiene una tasa de retorno de 3,43% EA para una inversión inicial de \$15.300.00 aproximadamente.

Referencias

- Aguirre, A. (2017). Facultad de Contabilidad y Auditoría. *Universidad Nacional de Colombia* 271.
- Anon (2019). Nuevos Estándares Mínimos Del SG-SST – Resolución 0312 de 2019. Retrieved May 3, 2020. Recuperado de: <https://continuousmanageme.wixsite.com/continuous/post/nuevos-estándares-mínimos-del-sg-sst-resolución-0312-de-2019>).
- Anon (2020). *Información Estadística de Productividad en Colombia*. Recuperado de: <https://imgcdn.larepublica.co/cms/2020/11/30213415/Presentacion-de-productividad-del-Dane.pdf>
- Anon. (s.f.). De peluche de felpa de juguete máquina de llenado para de peluche de juguete - buy máquina de llenado para juguetes de peluche, Máquina de llenado de juguetes de peluche, máquina de llenado de juguetes blandos product on alibaba.Com. Retrieved April 14, 2020a Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/diy-soft-plush-toy-filling-machine-for-stuffed-toy-60842390669.html?spm=a2700.8699010.normalList.1.74901779CvPweq&s=p>).
- Anon. (s.f.). Encuentre el mejor fabricante de maquina rellenadora de peluche y maquina rellenadora de peluche para el mercado de hablantes de spanish en Alibaba.Com. Retrieved April 10, 2020b. Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/f/maquina-rellenadora-de-peluche.html>).
- Anon. (s.f.). Maquina llenadora peluche y almohada - U\$S 8.000,00 En Mercado Libre. Retrieved April 14, 2020c https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-419613160-maquina-llenadora-peluche-y-almohada-_JM?quantity=1.
- Anon. (s.f.). Profesional construir un oso de peluche relleno de juguetes para la venta - buy máquina de relleno de oso de peluche,máquina de relleno de juguetes,máquina de relleno de juguetes para la venta product on Alibaba.Com. Retrieved April 14, 2020d (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/professional-build-a-teddy-bear-stuffing-toys-machine-for-sale-62003383536.html?spm=a2700.8699010.normalList.10.74901779CvPweq&s=p>).
- Anon. n.d. “Venta al por mayor automático relleno de algodón máquina de llenado juguete - buy máquina de llenado de relleno,máquina de llenado de relleno de algodón,máquina de relleno

- de algodón para juguetes product on Alibaba.Com.” Retrieved April 14, 2020e (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/wholesale-automatic-cotton-stuffing-filling-machine-for-toy-62408596974.html?spm=a2700.8699010.normalList.13.74901779CvPweq&s=p>).
- Alvarado, H, y Batanero, C. (2008). Meaning of Central Limit Theorem in University Statistics and Probability Textbooks. *Estudios Pedagogicos* 34(2):7–28.
- E.F., PID-Prácticum. 2019. “El Método de Observación.” Retrieved October 24, 2020 (https://www.ugr.es/~rescate/practicum/el_m_todo_de_observaci_n.htm).
- Francisco Rey Sacristan. 2005. “Las 5S. Orden y Limpieza En El Puesto de Trabajo - Francisco Rey Sacristán - Google Libros.” 52. Retrieved October 22, 2020 (https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NJtWepnesqAC&oi=fnd&pg=PA13&dq=5s&ots=8uu5inqXbA&sig=A-XU_YmtajJNazpkmoQfX4GOEfo#v=onepage&q=5s&f=false).
- Fullana belda, Carmen, and José Luis Paredes Ortega. 2008. “Manual de Contabilidad de Costes.” 35.
- González Correa, Francisco. 2007. “Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas.” *Revista Panorama Administrativo* 1(2):85–112.
- Krajewski, Lee J., and Larry P. Ritzman. 2000. *Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis ; Incluye CD - Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman - Google Libros*.
- Levitan Werneke I, Sar D. 2002. “Índice de contenidos parte i-introducción a la productividad I.1. El Concepto de Productividad En El Análisis Económico. I.1.1.Concepto de Productividad Según Diferentes Autores I.1.2. Medición de La Productividad I.1.2.1 Solow I.2. Los Factores de La Pro.”
- M. Adriana. 2019. “¿Qué Es El Método de Las 5s y Cómo Funciona?” *HRTRENDS*. Retrieved October 25, 2020 (<https://empresas.infoempleo.com/hrtrends/metodo-5s-como-funciona>).
- Ministerio de Comercio. 2019. “Colombia Productiva - Colombia Productiva.” *Fomento a La Productividad, Calidad y Ventas de Cafés Especiales, Entre Las Acciones de Colombia Productiva Para Impulsar Al Sector*. Retrieved October 22, 2020 (<https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/tips-de-productividad/diez-errores-comunes-en-las-pymes-que-las-hacen-me>).
- ministerio de trabajo de colombia. 2019. “Resolución 0312 de 2019.” *Minitrabajo* 8–23.
- Monden, Yasuhiro. 1996. *El “Just in Time” Hoy En Toyota: Nuevo Estudio de Yasuhiro Monden*

Autor de “El Sistema de Producción de Toyota.”

Numbers, Random, and La Teor. n.d. “Teoría de Muestras.”

Probafacil. 2016. “Prueba de Hipótesis Estadística - ¡Una Explicación Paso a Paso!”

Rajadell, Manuel, and José Luis Sanchez. 2010. “Lean Manufacturing, La Evidencia de Una Necesidad.” *Diaz de Santos* 13:249–57.

Rey Sacristán, Francisco. 2005. *Las 5S. Orden y Limpieza En El Puesto de Trabajo - Francisco Rey Sacristán - Google Libros.*

Sevilla, Andrés. 2019. “Tasa Interna de Retorno (TIR) - Qué Es, Definición y Concepto.” *Economipedia*. Retrieved October 21, 2020 (<https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>).

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso - Luis Socconini - Google Libros. 2019* 14–15. Retrieved May 3, 2020 (https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=lean+manufacturing&ots=DHHUu_wk8N&sig=VlwX8ldcSrE9jsgfQBs6oPlfp54#v=onepage&q=lean+manufacturing&f=false).

Tang, Ning. (2018). “Productividad Total de Los Factores (PTF) 2015 – 2019p.” ث □□□□□□ □□□□□□ (تفتتفتتق).

Tapia, J., Escobedo T., Barrón, E., Guillermina Martínez Moreno, and Virginia Estebané Ortega. (2017). Marco de referencia de la aplicación de manufactura esbelta en la industria. *Ciencia & Trabajo* 19(60):171–78.

Anexos

Anexo 1.

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gkbrloGR6LUJ:https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Formulari_auditoria.xls%3Fsequence%3D4%26isAllowed%3Dy+%&cd=14&hl=es&ct=clnk&gl=co