



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Título de la Tesis

Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

AUTOR:

Pérez Vivanco, Kilder Alexander ([ORCID: 0000-0002-5524-9589](https://orcid.org/0000-0002-5524-9589))

ASESOR:

Dr. Ing. Espejo Peña, Dennis Alberto ([ORCID: 0000-0002-0545-5018](https://orcid.org/0000-0002-0545-5018))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2021-II

Dedicatoria

A Dios, a mis padres, mis hermanos, y amistades, que formaron parte de mi crecimiento profesional y quienes me brindaron su constante apoyo y motivación para cumplir con mis metas. Además un agradecimiento especial a mis abuelos Serafina Tacas y Felipe Pérez, a mi prima Sonia Barrantes Pérez y mi tío Nilo Barrantes, y por último a mi tía amada Juana Vivanco Huamán quien fue como mi segunda madre a quien siempre recordaré con esa sonrisa hermosa, que en paz descansen hasta la venida de nuestro señor.

Agradecimiento

A toda mi familia por el apoyo incondicional durante esta etapa muy importante en mi vida. A los docentes que me brindaron todos los conocimientos durante toda mi información académica.

A mi asesor el Dr. Ing. Espejo Peña Dennis Alberto y el Mgtr. Aparicio Montenegro Pablo Roberto por compartir sus conocimientos y brindarme el apoyo necesario durante el desarrollo de la presente tesis.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Tipo y diseño de investigación	23
3.2 Variables y operacionalización.....	24
3.3 Población, muestra y muestreo.....	27
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	28
3.5 Procedimientos.....	30
3.6 Método de análisis de datos	67
3.7 Aspectos éticos	68
IV. RESULTADOS.....	69
V. DISCUSIÓN.....	83
VI. CONCLUSIONES	86
VII. RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS.....	88
ANEXOS	97

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Productividad nacional del sector manufactura</i>	2
Tabla 2. <i>Matriz de correlación de causas</i>	4
Tabla 3. <i>Frecuencias ordenadas</i>	4
Tabla 4. <i>Frecuencia de macroprocesos</i>	5
Tabla 5. <i>Estratificación de causas</i>	6
Tabla 6. <i>Matriz de priorización</i>	6
Tabla 7. <i>Alternativas de solución</i>	7
Tabla 8. <i>Validez del instrumento de recolección de datos (juicio de expertos)</i>	29
Tabla 9. <i>Diagrama de análisis del proceso de fabricación de bolsas</i>	37
Tabla 10. <i>Eficiencia del área de producción de la empresa RMH PLAST</i>	39
Tabla 11. <i>Eficacia del área de producción de la empresa RMH PLAST</i>	40
Tabla 12. <i>Ficha de registro de datos pre-test de la productividad</i>	41
Tabla 13. <i>Cronograma de ejecución de propuesta de mejora</i>	43
Tabla 14. <i>Estandarización del área de producción de la empresa RMH PLAST</i> ..	49
Tabla 15. <i>Diagrama de análisis del proceso de fabricación de bolsas</i>	50
Tabla 16. <i>Porcentaje de bolsas defectuosas en el área de producción</i>	55
Tabla 17. <i>Ficha de registro de datos pos-test de la productividad</i>	56
Tabla 18. <i>Costos de recursos humanos</i>	59
Tabla 19. <i>Costos de materiales y herramientas</i>	59
Tabla 20. <i>Costos de servicios</i>	59
Tabla 21. <i>Presupuesto de la implementación de la propuesta</i>	60
Tabla 22. <i>Costos antes de la propuesta de mejora</i>	60
Tabla 23. <i>Costos después de la propuesta de mejora</i>	61
Tabla 24. <i>Valor actual neto</i>	62
Tabla 25. <i>Tasa interna de retorno</i>	63
Tabla 26. <i>Cuadro resumen</i>	63
Tabla 27. <i>Periodo de recuperación de la inversión</i>	64
Tabla 28. <i>Datos para la evaluación de beneficio costo</i>	65
Tabla 29. <i>Evaluación de beneficio costo</i>	65
Tabla 30. <i>Flujo de caja</i>	66
Tabla 31. <i>Resultados estadísticos de la productividad Pre-test y Pos-test</i>	70
Tabla 32. <i>Resultados estadísticos de la eficiencia Pre-test y Pos-test</i>	72
Tabla 33. <i>Resultados estadísticos de la eficacia Pre-test y Pos-test</i>	74
Tabla 34. <i>Prueba de normalidad de la productividad Pre-test y Pos-test</i>	75
Tabla 35. <i>Productividad prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>	76

Tabla 36. <i>Estadísticos de contraste con Wilcoxon</i>	77
Tabla 37. <i>Prueba de normalidad de la eficiencia Pre-test y Pos-test</i>	78
Tabla 38. <i>Eficiencia prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>	79
Tabla 39. <i>Estadísticos de contraste con Wilcoxon</i>	79
Tabla 40. <i>Prueba de normalidad de la eficacia Pre-test y Pos-test</i>	80
Tabla 41. <i>Eficacia prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>	81
Tabla 42. <i>Estadísticos de contraste con Wilcoxon</i>	82

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Productividad a nivel mundial.....	1
<i>Figura 2.</i> Diagrama Ishikawa de la empresa RMH PLAST.....	3
<i>Figura 3.</i> Diagrama de Pareto.	5
<i>Figura 4.</i> Gráfico de barras de estratificación de causas.	6
<i>Figura 5.</i> Adaptación de la Casa Toyota.	16
<i>Figura 7.</i> Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa.	21
<i>Figura 8.</i> Ubicación de la empresa RMH PLAST.	31
<i>Figura 9.</i> Bolsas y bobinas de polietileno de baja y alta densidad.	31
<i>Figura 10.</i> Organigrama de la empresa RMH PLAST.	33
<i>Figura 11.</i> Problemas presentados durante el proceso de producción.	34
<i>Figura 12.</i> Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de bolsas.	36
<i>Figura 13.</i> Diagrama de recorrido del proceso actual.....	38
<i>Figura 14.</i> Compromiso de la gerencia.	44
<i>Figura 15.</i> Charla de sensibilización con el equipo de producción.....	45
<i>Figura 16.</i> Diagrama de recorrido del proceso mejorado.	46
<i>Figura 17.</i> Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de bolsas.	47
<i>Figura 18.</i> Ordenamiento de las zonas o áreas de trabajo.....	48
<i>Figura 19.</i> Defectos presentados en el proceso de fabricación.....	51
<i>Figura 20.</i> Verificación de los componentes e instalación del sistema.....	52
<i>Figura 21.</i> Componentes del sistema.....	53
<i>Figura 22.</i> Señal emitida por la lámpara roja.....	53
<i>Figura 23.</i> Señal emitida por la lámpara verde.....	54
<i>Figura 24.</i> Capacitación al personal de producción.....	54
<i>Figura 25.</i> Productividad antes y después de la implementación.....	57
<i>Figura 26.</i> Productividad antes y después de la implementación.....	69
<i>Figura 27.</i> Eficiencia antes y después de la implementación.	71
<i>Figura 28.</i> Eficacia antes y después de la implementación.....	73

Resumen

La presente tesis titulada aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021, se realizó debido a que la empresa presenta una baja productividad en su área de producción. Para resolver este problema se realizó una investigación de tipo aplicada, a nivel explicativo, con un diseño pre-experimental y con un enfoque cuantitativo. La población y muestra son 1000 bolsas de 140 litros de baja densidad para residuos sólidos, de 35x41 pulgadas, de 1.5, micras de espesor en un periodo de 2 meses, además para la recolección de datos se empleó la técnica de observación directa y las fichas de registro. Luego de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing se obtuvieron los siguientes resultados: La productividad en el área de producción mejoró de 53.58% a 65.75%, así mismo la eficiencia en el área de producción mejoró de 73.78% a 82.77%, y por último la eficacia del área de producción mejoró de 72.61% a 79.44%. Esta investigación concluye que con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, se logró mejorar la productividad del área de producción de la empresa RMH PLAST en 22.71%.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Estandarización, Poka Yoke, Producción plástico y Productividad.

Abstract

The present thesis entitled application of Lean Manufacturing tools to improve productivity in the company RMH PLAST, Carabayllo, 2021, was carried out because the company has low productivity in its production area. To solve this problem, an applied research was carried out, at an explanatory level, with a pre-experimental design and with a quantitative approach. The population and sample are 1000 bags of 140 liters of low density for solid waste, 35x41 inches, 1.5, microns thick in a period of 2 months, in addition to the data collection the direct observation technique and the cards were used register. After applying Lean Manufacturing tools, the following results were obtained: Productivity in the production area improved from 53.58% to 65.75%, likewise the efficiency in the production area improved from 73.78% to 82.77%, and finally the Production area efficiency improved from 72.61% to 79.44%. This research concludes that with the application of Lean Manufacturing tools, it was possible to improve the productivity of the production area of the RMH PLAST company by 22.71%.

Keywords: Lean Manufacturing, Standardization, Poka Yoke, Plastic production and Productivity.

I. INTRODUCCIÓN

La pandemia del COVID-19 ha ocasionado una de las crisis económicas y sanitarias más desastrosas de todos los tiempos, afectando notablemente a la productividad de todos los países del mundo. A nivel internacional, el Institute of Management Development (IMD) (2021): clasifica a los países por su capacidad de utilizar los recursos disponibles y competencia de su economía pese al momento que éste atraviese, según los resultados se pudo observar que los países potencias son aquellos que presentan un mayor nivel de productividad, estando conformados en el siguiente orden: el país de Suiza, Suecia, Dinamarca, Holanda y Singapur quienes tienen los más altos desempeños y destacando el correcto manejo del control en la producción, a través de la aplicación de métodos y herramientas de ingeniería (ver figura 1).

Suiza	1	100.0	2	1.6	▲	Chipre	33	68.0	-3	●	-7.3	▼
Suecia	2	96.7	4	0.8	▲	República Checa	34	67.4	-1	●	-3.8	▼
Dinamarca	3	96.7	-1	-2.8	▼	Kazajistán	35	66.6	7	●	1.9	▲
Holanda	4	96.3	0	-2.0	▼	Portugal	36	65.3	1	●	-2.9	▼
Singapur	5	94.7	-4	-5.3	▼	Indonesia	37	64.7	3	●	-2.1	▼
Noruega	6	94.5	1	-0.1	▼	Letonia	38	64.1	3	●	-1.2	▼
Hong Kong	7	93.5	-2	-3.5	▼	España	39	63.7	-3	●	-4.5	▼
Taiwán	8	92.6	3	1.3	▲	Eslovenia	40	63.2	-5	●	-5.4	▼
Emiratos Árabes Unidos	9	89.6	0	-3.9	▼	Italia	41	63.1	3	●	1.2	▲
Estados Unidos	10	89.1	0	-3.2	▼	Hungría	42	61.7	5	●	1.7	▲
Finlandia	11	88.5	2	-0.2	▼	India	43	61.6	0	●	-0.5	▼
Luxemburgo	12	88.4	3	0.7	▲	Chile	44	61.4	-6	●	-5.7	▼
Irlanda	13	87.0	-1	-3.7	▼	Rusia	45	56.4	5	●	-0.1	▼
Canadá	14	86.5	-6	-7.0	▼	Grecia	46	56.3	3	●	-1.6	▼
Alemania	15	83.9	2	-2.0	▼	Polonia	47	55.2	-8	●	-11.8	▼
China	16	83.0	4	1.0	▲	Rumanía	48	54.7	3	●	-0.9	▼
Catar	17	82.9	-3	-4.9	▼	Jordania	49	53.5	9	●	4.6	▲
Reino Unido	18	81.5	1	-2.9	▼	Eslovaquia	50	52.5	7	●	3.0	▲
Austria	19	80.6	-3	-5.7	▼	Turquía	51	52.4	-5	●	-7.6	▼
Nueva Zelanda	20	80.1	2	-0.1	▼	Filipinas	52	52.0	-7	●	-8.4	▼

Figura 1. Productividad a nivel mundial

A nivel nacional, la crisis económica en el Perú debido al Covid-19, afecto a la productividad del sector manufacturero ya que según la INEI (2020): el sector manufacturero registró un decrecimiento de 13,36% debido al resultado negativo del sector manufactura no primario en -16.99% y del sector manufactura primario en -3,05%, donde la fabricación de productos de plástico sufrió pérdidas valiosas por el cierre del comercio al exterior y las importaciones de materia prima (ver tabla 1).

Tabla 1. Productividad nacional del sector manufactura

Actividad	Ponderación	Variación porcentual 2020-2019	
		Diciembre	Enero-Diciembre
Sector Manufactura	100,00	9,21	-13,36
Sector Manufactura Primario	24,95	43,23	-3,05
Sector Manufactura No Primario	75,05	-2,33	-16,99

Fuente: INEI 2019.

En el contexto local, el estudio se llevó a cabo en una empresa del sector plástico, llamada RMH PLAST, situada en el distrito de Carabayllo. Esta organización está dedicada a producción de bolsas, bobinas y láminas termocontraíbles de baja y alta densidad. Dicha empresa deseaba alcanzar un nivel alto de competitividad y mantenerse activamente en el mercado, es por ello que se realizó un estudio en cada una de las actividades de la empresa, donde se identificaron las posibles causas que estarían originando la baja productividad en el área de producción de la empresa, detectando problemas durante el proceso de producción como defectos en la fabricación de las bolsas de polietileno y no contar con ningún dispositivo que ayude a prevenir los defectos antes que estos ocurran, además de la falta de procedimientos estandarizados lo cual conlleva a un mal manejo de los tiempos en el desarrollo de cada una de las actividades, así mismo la carencia de capacitaciones en cuanto a procedimientos eficientes de trabajo, también un mal control y manejo de los documentos involucrados en la producción diaria, además de otras posibles causas (ver anexo 10). Es por ello, una potencial solución adversa a esta problemática fue la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.

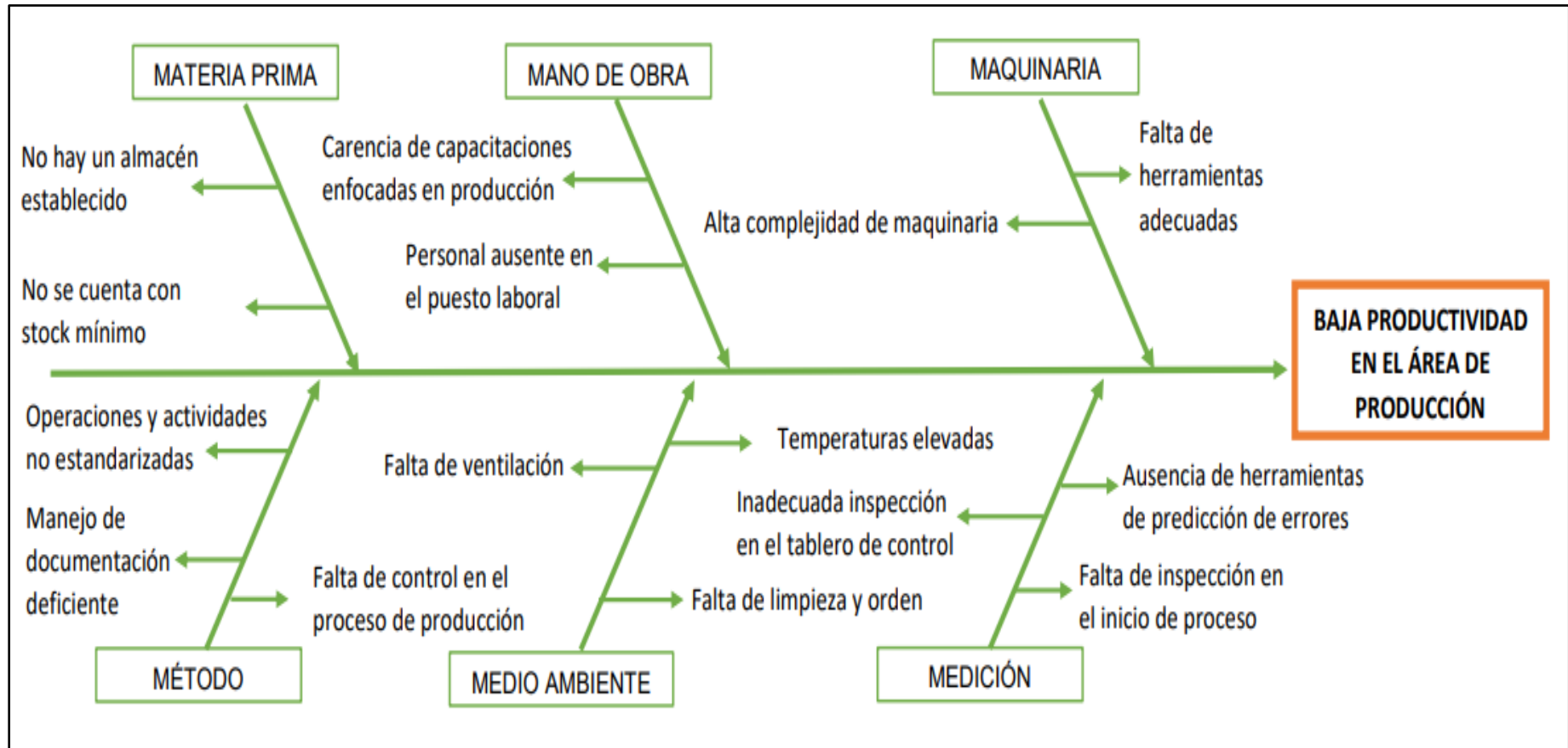


Figura 2. Diagrama Ishikawa de la empresa RMH PLAST.

Para poder identificar las principales causas se procedió a elaborar el siguiente diagrama, logrando identificar aquellas causas principales que generan problemas de baja productividad y posteriormente a ello se brindó posibles alternativas de solución para la empresa RMH PLAST (ver figura 2).

Tabla 2. Matriz de correlación de causas

Codigo	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Influencia
C1	No hay un almacén establecido	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C2	No se cuenta con stock mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
C3	Personal ausente en el puesto laboral	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3
C4	Falta de control en el proceso de producción	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	5
C5	Ausencia de herramientas de predicción de errores	0	0	3	3	0	3	0	3	3	3	0	0	3	3	3	27
C6	Manejo de documentación deficiente	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3
C7	Falta de herramientas adecuadas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
C8	Alta complejidad de maquinarias	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
C9	Falta de inspección en el inicio de proceso	0	0	2	0	3	0	0	2	0	3	0	0	2	1	2	15
C10	Operaciones y actividades no estandarizadas	0	3	2	3	2	3	0	2	3	0	0	0	0	3	2	23
C11	Falta de ventilación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
C12	Temperaturas elevadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C13	Falta de limpieza y orden	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C14	Carencia de capacitaciones enfocadas en producción	0	0	1	2	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	1	13
C15	Inadecuada inspección en el tablero de control	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL																	101

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber identificado las causas, se procedió a evaluarlas mediante la siguiente matriz, confrontando cada una de las causas entre sí a través de valores binarios donde: (0 = ninguna relación, 1 = baja relación, 2 = media relación, 3 = alta relación). Identificando así la conexión que existía entre las causas (ver tabla 2).

Tabla 3. Frecuencias ordenadas

Codigo	Causas	Frecuencia	Frec. Normalizada	Frec. Acumulada	80-20
C5	Ausencia de herramientas de predicción de errores	27	27%	27%	20%
C10	Operaciones y actividades no estandarizadas	23	23%	50%	20%
C9	Falta de inspección en el inicio de proceso	15	15%	64%	20%
C14	Carencia de capacitaciones enfocadas en producción	13	13%	77%	20%
C4	Falta de control en el proceso de producción	5	5%	82%	80%
C15	Inadecuada inspección en el tablero de control	3	3%	85%	80%
C6	Manejo de documentación deficiente	3	3%	88%	80%
C8	Alta complejidad de maquinarias	3	3%	91%	80%
C3	Personal ausente en el puesto laboral	3	3%	94%	80%
C13	Falta de limpieza y orden	1	1%	95%	80%
C7	Falta de herramientas adecuadas	1	1%	96%	80%
C1	No hay un almacén establecido	1	1%	97%	80%
C2	No se cuenta con stock mínimo	1	1%	98%	80%
C11	Falta de ventilación	1	1%	99%	80%
C12	Temperaturas elevadas	1	1%	100%	80%
TOTAL		101	100%		

Fuente: Elaboración propia.

Una vez confrontada cada una de las causas entre sí, se procedió a ordenarlas empezando desde aquellas de mayor frecuencia hacia la más menor, así posteriormente se pudo construir el diagrama de Pareto determinando aquellos problemas que provienen del 20% de las causas (ver tabla 3).

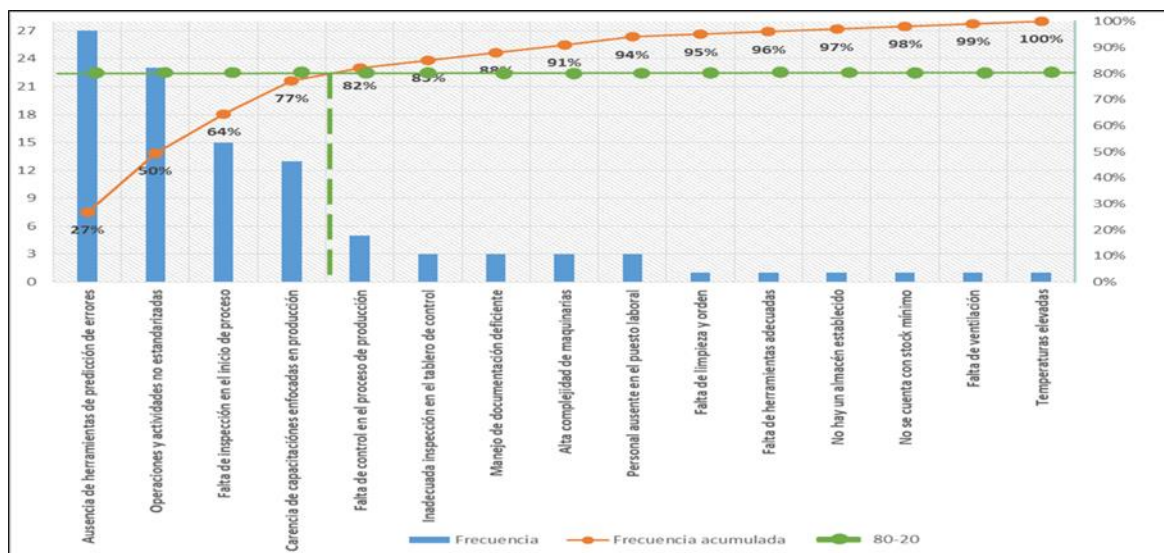


Figura 3. Diagrama de Pareto.

Este diagrama muestra 20% de las causas, las cuales son: ausencia de herramientas de predicción de errores, operaciones y actividades no estandarizadas, falta de inspección en el inicio de procesos y carencia de capacitaciones enfocadas en producción.

Tabla 4. Frecuencia de macroprocesos

Total	Frecuencia	Causas	Macro proceso
8	27	Ausencia de herramientas de predicción de errores	Proceso
	23	Operaciones y actividades no estandarizadas	
	13	Carencia de capacitaciones enfocadas en producción	
	5	Falta de control en el proceso de producción	
	3	Manejo de documentación deficiente	
	3	Alta complejidad de maquinarias	
	3	Personal ausente en el puesto laboral	
	1	Falta de limpieza y orden	
5	1	Falta de herramientas adecuadas	Gestión
	1	No hay un almacén establecido	
	1	No se cuenta con stock mínimo	
	1	Falta de ventilación	
	1	Temperaturas elevadas	
2	3	Inadecuada inspección en el tablero de control	Calidad
	15	Falta de inspección en el inicio de proceso	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificado aquellas causas mayor prioridad, se procedió a realizar una frecuencia de macroprocesos, para el análisis de estratificación de cada área respectiva, demostrando así que en el área de proceso se generan las causas con mayores nivel de correlación con una frecuencia de 8, continuando con el área de gestión cuya frecuencia fue de 5 y finalmente el área de calidad con una frecuencia de 2 (ver tabla 4).

Tabla 5. Estratificación de causas

Macro proceso	Frecuencia
Proceso	8
Gestión	5
Calidad	2

Fuente: Elaboración propia.

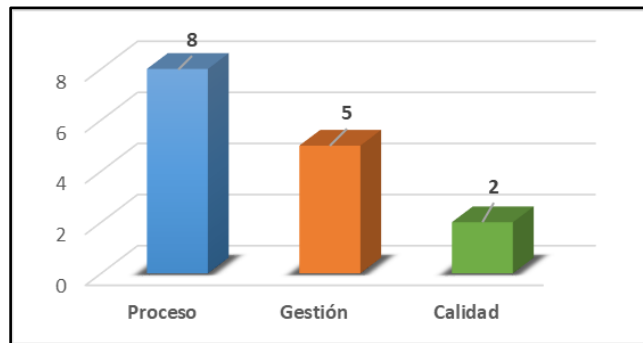


Figura 4. Gráfico de barras de estratificación de causas.

Luego de haber identificado los macroprocesos, se elaboró la siguiente matriz con la finalidad de hallar aquella área que tiene el más alto nivel de criticidad, siendo el área de procesos con el mayor número de problemas (ver tabla 6).

Tabla 6. Matriz de priorización

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREAS	Medición	Mano de obra	Materia prima	Ambiente	Maquinaria	Métodos	NIVEL DE CRITICIDAD	Total problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
GESTIÓN	0	0	2	2	1	0	MEDIO	5	5%	3	15	2	Gestión de inventarios
PROCESOS	27	16	0	1	3	31	ALTO	78	77%	10	780	1	Lean Manufacturing
CALIDAD	18	0	0	0	0	0	BAJO	18	18%	1	18	3	SGC
TOTAL PROBLEMAS	45	16	2	3	4	31		101	100%				

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se procedió analizar la siguiente tabla de soluciones, la cual planteó las siguientes alternativas como: gestión de inventarios, Lean Manufacturing y SGC, mediante el uso de diversos criterios de evaluación las cuales fueron: (costo, periodo de aplicación, alcance y sencillez de ejecución), además de la puntuación que se le otorgó para la calificación donde: (1 = no es buena, 2 = buena y 3 = muy buena) y poder así elegir la mejor alternativa de solución para el problema de baja productividad que presenta la empresa. Concluyendo que la mejor alternativa de solución que se podría aplicar en el área de producción, es aquella que obtuvo la mayor calificación siendo esta la alternativa de Lean Manufacturing con un puntuación de 11 (ver tabla 7).

Tabla 7. Alternativas de solución

Alternativas	Criterios				TOTAL
	Costo	Periodo de aplicación	Alcance	Sencillez de ejecución	
Gestión de inventarios	1	2	2	2	7
Lean Manufacturing	2	3	3	3	11
SGC	1	1	1	1	4

Fuente: Elaboración propia.

El problema general de la investigación fue: ¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021?, así mismo los problemas específicos fueron: ¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021? y ¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejoró la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021?

Por otro lado, la investigación presentó las siguientes justificaciones:

A nivel práctico según Bernal (2010), Una justificación práctica es cuando su realización ayuda a resolver un problema, proponiendo nuevas estrategias y estas a través de su aplicación contribuya en resolverlas (p.106).

La justificación a nivel práctica ya que permitirá resolver el problema de la baja productividad a través de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, haciendo uso de la herramienta estandarización y Poka Yoke, en la empresa RMH PLAST, logrando mejorar los tiempo de producción, los procesos y actividades, además disminuyendo o eliminando todo tipos de desperdicios.

A nivel económico Hernández, Fernández y Baptista (2017), mencionan que es uno de los impactos más significativos debido a que muestra las ganancias y utilidades que la investigación aportará a la organización. Contribuyendo a su buen desarrollo económico (p.40).

La justificación económica por la cual se realizó esta investigación fue para resolver la problemática que existía en el área de producción, pero luego de conocer y aplicar las herramientas de Lean Manufacturing estos problemas serían solucionados, reduciendo así los costos a través de la optimización de procedimientos y un desempeño eficiente de sus procesos de producción, permitiendo mejorar la productividad, y aumentando así su rentabilidad y utilidades.

A nivel metodológico Bernal (2010), refiere que en las investigaciones científicas, la justificación metodológica se basa en proponer nuevos métodos de trabajo para generar resultados de investigación altamente confiables (p.107).

Por último la justificación metodológica, ya que la investigación hizo uso de nuevos instrumentos de recolección a través de distintas fichas de registro, basado en datos numéricos reales de la empresa, con la finalidad de incrementar la productividad en el área de producción y que estos resultados confiables puedan ser aprovechados por próximos investigadores que estén interesados en este tipo de investigaciones.

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021. Así mismo los objetivos específicos fueron: determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean

Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021 y determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

La hipótesis general planteada en la tesis fue: la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021. Así mismo las hipótesis específicas fueron: la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021; y la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021

II. MARCO TEÓRICO

Para la investigación se mencionó aquellas fuentes nacionales e internacionales que se relacionaban con el tema de estudio, estas fueron las siguientes:

Castillo y La Torre (2020). *“Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020”*. Cuyo objetivo fue determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa Nicoll S.A. Tipo de investigación aplicada. En la investigación se consideró el uso de las herramientas 5S y Poka Yoke, con la finalidad de incrementar la productividad en la empresa. Se concluyó, que el informe de investigación obtuvo mejoras en su eficiencia de un 83% a 88%, la eficacia de un 83% a 85% y la productividad de un 68% a 75%, a través de la aplicación de las 5S obteniendo mejoras en la distribución de planta, capacidad del personal y métodos de trabajo, además de la aplicación de mecanismos Poka Yoke permitiendo la reducción de desperdicios y previniendo errores. El aporte fue conocer los beneficios que se generan gracias a la aplicación de las herramientas mencionadas para obtener una mejor productividad.

Castillo (2018). *“Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la Productividad de la empresa Imprenta Castillo S.A., Lima 2018”*. Cuyo objetivo fue determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa Imprenta Castillo S.A. Tipo de investigación aplicada. En la investigación se consideró realizar una identificación del estado en que se encuentra actualmente la línea de producción para determinar los desperdicios presentes en la empresa, para ello se optó por el uso de las herramientas 5S, Ciclo Deming, Kaizen y Poka Yoke. En síntesis, el informe de investigación concluyó con una mejora en la eficiencia de un 55% a 88.75%, la eficacia de un 36.5% a 46% y la productividad de un 55% a un 88.75%. El aporte de esta investigación fue ayudar a identificar la cantidad de desperdicios que presenta la empresa en su proceso de producción, eliminando así aquellas actividades generadas por la inadecuada distribución de planta, capacidad del personal y métodos de trabajo.

Huamán (2017). *“Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A. ATÉ.2017”*. Cuyo objetivo fue determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales. El tipo de investigación aplicada y explicativa, en la investigación se realizó un diagnóstico donde se hizo uso del diagrama analítico de procesos identificando así aquellas actividades que no agregan ningún valor en la construcción de piezas estructurales. Para la implementación de la mejora se utilizó el uso del mapa del flujo de valor y el Poka Yoke permitiendo la identificación de productos e información en el proceso de fabricación. Finalmente, el informe de investigación concluyó con el aumento de la eficiencia de un 73% a 93%, la eficacia de un 75% a 92% y la productividad de un 55% a un 85%, debido a la implementación de mejoras como capacitaciones, procedimientos de trabajo y la fabricación de un dispositivo electrónico para proveer información necesaria al trabajador con la finalidad de evitar errores. El gran aporte de esta investigación fue conocer el procedimiento adecuado para identificar todo lo que genera desperdicios durante el proceso de producción, además de la utilidad de la herramienta Poka Yoke, lo que permitió mejorar la productividad.

Heredia (2017). *“Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Industrias de Calzado Abbielf S.A.C. Comas. 2017”*. Cuyo objetivo fue determinar cómo la aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad. El diseño de investigación fue explicativo. En la investigación se consideró el uso preliminar de un flujograma y el establecimiento de los tiempos de trabajo, a partir de ello, se empezó a utilizar herramientas de control de ritmo de producción como el Takt Time y el Poka Yoke. En conclusión, el trabajo de investigación logró aumentar la eficiencia de un 82.00% a 92.25%, la eficacia de un 83.25% a 93.25% y la productividad de un 68.50% a 86.00%, a través de medidas que controlen la productividad con formatos, secuencia de trabajos, capacitaciones y evaluaciones de desempeño. El aporte generado por este artículo de investigación fue el de identificar todo aquello que no genera valor al producto, para posteriormente ser reducidos o eliminados.

Malca (2017). “*Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de pinturas temple en la empresa Pinturas Quincen E.I.R.L, Lima, 2017-II*”. Cuyo objetivo general fue determinar como la herramienta del Lean Manufacturing mejora la productividad en la línea de producción. Tipo de investigación aplicada. En esta investigación se consideró el uso de las herramientas 5S y Kanban, con la finalidad de incrementar la productividad en la empresa. En síntesis, el informe logró un incremento de la eficiencia de un 92% a 95%, la eficacia de un 93% a 98% y la productividad de un 86% a 93% a través de la aplicación de las 5S, debido a que se logró un espacio más ordenado y limpio para poder seguir desarrollando las actividades. Este trabajo de investigación brindó un gran aporte de distintas herramientas que permiten reducir o eliminar desperdicios que beneficiaran al área de producción.

Palaniswamy (2021). “*Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique*”. Cuyo objetivo fue mejorar la productividad al reducir el tiempo de espera y la sobreproducción mediante la técnica de Lean Manufacturing. Este estudio fue realizado en la industria de la confección ubicada en Tirupur, Tamilnadu, India, en la sección de costura para identificar acciones no productivas para erradicarlos para ahorrar tiempo, costos y mejorar el tiempo de producción interno. Se usaron dos tipos de datos para realizar la investigación: los datos primarios se recopilaron físicamente de la planta de producción a través de las técnicas de (observación, cuestionarios, hojas de verificación y entrevistas) y los datos secundarios fueron recopilados en base a datos de otras fuentes (manuales, documentos históricos y estudios de costos). En los resultados se obtuvo que la tasa de pérdida actual de la productividad era de 18.5% y después de la implementación este fue minimizado a 13.88%. En conclusión el tiempo de espera se redujo, la tasa de producción aumentó y la tasa de eficiencia puede aumentar aún más reduciendo el tiempo por inactividad. El aporte de este artículo ayudó a la organización a visualizar el nivel actual de desechos que ocurren dentro de la organización logrando reducirlos o eliminarlos.

Rehman et al. (2019). “*Lean Approach to Enhance Manufacturing Productivity: A Case of Saudi Arabian Factory*”. Cuyo objetivo fue maximizar la productividad de la

producción y minimizar el desperdicio a través del Lean. En la investigación se consideraron datos de diferentes departamentos de fabricación en Arabia Saudita. Se adopta un enfoque sistemático para medir y mejorar el rendimiento de fabricación a través de una fabricación ajustada. Los principales resultados respecto al índice de rendimiento fueron el valor de 77% antes de la aplicación y 86% después de la aplicación, así mismo el valor agregado pasó de su valor actual 69%, a un 73% después de la aplicación de la mejora. Se concluyó que la productividad de la empresa mejoró en un valor promedio de 11.45% y el tiempo total de ciclo se redujo en 9.93%. Este artículo tuvo un gran aporte debido a que la industria de Arabia Saudita pudo mejorar el rendimiento de fabricación a través del Lean manufacturing.

Subodh (2019). *“Productivity Improvement in Manufacturing Industry Using Lean tools”*. Tuvo como objetivo mejorar la eficiencia de la línea del montaje y la productividad, eliminando el cuello de botella. Se utilizó un enfoque de planificación de diseño sistemático para mejorar el diseño existente de la empresa. Para los resultados se realizó mediciones de estudio de tiempos en la línea de montaje obteniendo así una eficiencia actual de 35.20% de la estación de trabajo. Después de la mejora en el diseño de la planta la eficiencia actual de fue 40,517%, además el tiempo de ciclo se redujo eliminando todo lo que no agregan valor al producto, además del tiempo de manejo de material mediante la reducción del transporte por la cercanía de la máquina, mejorando así la tasa de producción y eficiencia de la línea. En conclusión la productividad mejoró con una reducción considerable en el tiempo de transporte, reducción del tiempo de trabajo y ahorro de espacio en la línea. El aporte de esta investigación fue minimizar los tiempos y costos en la estación de trabajo de la línea de montaje.

Jiménez (2019). *“Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study”*. Tuvo como objetivo la mejora continua en la cadena de valor con impacto en costo, eliminando actividades que no agregan valor en los procesos. Tipo de investigación descriptiva. En la investigación se utilizaron las herramientas (VSM) para trazar el flujo actual del proceso. En los principales resultados del VSM permitió identificar que las tareas que no aportan

valor al proceso representan el 37,37% del total tiempo del proceso, los movimientos en exceso, las fallas en la distribución de la planta y los cuellos de botella, por lo que es necesario identificar más a fondo las fuentes de residuos en el proceso. En conclusión los resultados de este estudio nos permitieron caracterizar el estado actual del proceso, la identificación de los residuos o MUDAS, teniendo en cuenta contabilizar un análisis de los principales indicadores del proceso como quejas y devoluciones y utilizar herramientas como Pareto diagramas y diagramas de causa y efecto. Se tuvo como aporte incrementar la literatura científica y ofrecer propuestas creativas para mejorar la productividad mediante el uso de Lean Manufacturing.

Mayur et al. (2019). *“Implementation of Lean techniques for sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit”*. Cuyo objetivo fue implementar los principios del Lean Manufacturing para mejorar la productividad, haciendo uso de análisis y diagnóstico del antes y después con respecto a los procesos y sus tiempos correspondientes con apoyo del uso de las siete mudas de principios magros y el Takt time. La cual se caracterizó por que fue una investigación descriptiva. En conclusión, la tesis dio a comprender que el buen uso de los principios del Lean Manufacturing permitió tomar acciones correctivas más eficientes logrando detectar los desperdicios que afectan la calidad de los productos, los tiempos, movimientos e incluso las actividades ergonómicas. El aporte brindado por esta investigación fue conocer técnicas Lean que permiten reconocer y suprimir todo tipo de desperdicios dentro de cualquier organización, que pretenda mejorar su productividad.

Dhruv y Pritesh (2018). *“Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry”*. Tuvo como objetivo estudiar la industria de fabricación de plásticos para encontrar las razones de los residuos y la identificación de las herramientas Lean que pueden ayudar a reducir los defectos y desperdicios. Dentro de los resultados de la investigación se reveló que los sectores manufactureros de la industria del plástico no han realizado la implementación de herramientas y técnicas de manufactura esbelta, reflejando varias deficiencias. Es por ello que se planteó implementar las herramientas como el Kanban, el flujo

continuo, y el TPS ya que este tipo de herramientas son usadas con mucha frecuencia. En conclusión, la implementación de Lean Manufacturing mejora la productividad de la organización reduciendo los desperdicios a cero. El aporte de esta investigación fue obtener detalles de las herramientas de fabricación ajustada que puedan ser utilizadas para incrementar la productividad de una industria.

Para el caso de la variable independiente fue necesario definir Lean Manufacturing: según Socconini (2019, p.20), es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos. Entiéndase como desperdicio todas las actividades que generan costos, en lugar de agregar valor al producto. Esta supresión sistemática se realiza en colaboración con un equipo de personas competentes y ordenadas. Según Gisbert (2015, p.45), el objetivo de Lean Manufacturing es la de eliminar todo tipo de despilfarro, para conseguir la máxima eficiencia en el total de los procesos y hacer la empresa más competitiva.

El Lean Manufacturing tiene por objetivo reducir el desperdicio. La manufactura se esfuerza por usar menos de todo: menos inversión en equipos y herramientas, fabricación, trabajadores, ingeniería en productos y procesos diseño (Das, Venkatadri y Pandey, 2014, p. 308). Así mismo el autor Gisbert (2015), describe los beneficios de aplicar Lean Manufacturing en las empresas: reducción de costos de producción, desperdicios, inventarios, tiempo de entrega, tiempo de espera, mano de obra, así mismo mejora la calidad, eficiencia de equipo, obteniendo mayor distribución del transporte y la logística, además de la optimización de los movimientos y métodos en los procesos (p.51).

Para realizar la implementación de Lean Manufacturing, según Tejeda (2011, p. 287), se tiene que realizar una modificación de la manera de pensar en toda la empresa y esta debe estar siempre enfocada en los clientes que son lo más importante. Es por ello que para realizar este cambio existen 5 principios claves los cuales son los siguientes:

Especificación de valor, es la satisfacción que se le da al cliente de acuerdo a sus necesidades y requisitos por lo cual este no tenga ningún problema a la hora pagar por él. Identificar el flujo de valor, es el estudio que se realiza a todo lo involucrado en el proceso de producción. Hacer que el producto fluya sin interrupciones, es la realización de manera continua del material durante todo el proceso, manteniendo así un flujo continuo. Sistema de halado o “pull”, es un sistema basado en la producción, donde cada operación y actividad debe estar orientada según el requerimiento del cliente, para que la empresa sólo tenga que producir lo necesario, evitando así que cada fase del proceso empuje el producto hacia el cliente. Perfección, es la supervisión constante que deben recibir los procesos, con la finalidad de eliminar toda actividad que no agrega valor.

Según Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017, p.55), mencionó que entre los aspectos fundamentales de Lean, es sustancial enfatizar la organización del técnica de producción según la condiciones de los pilares Lea que se precisan en el diseño de la Casa Toyota, la que ha sido adaptada para un mejor amplio entendimiento de las dimensiones que en ella se consideran (ver figura 5).

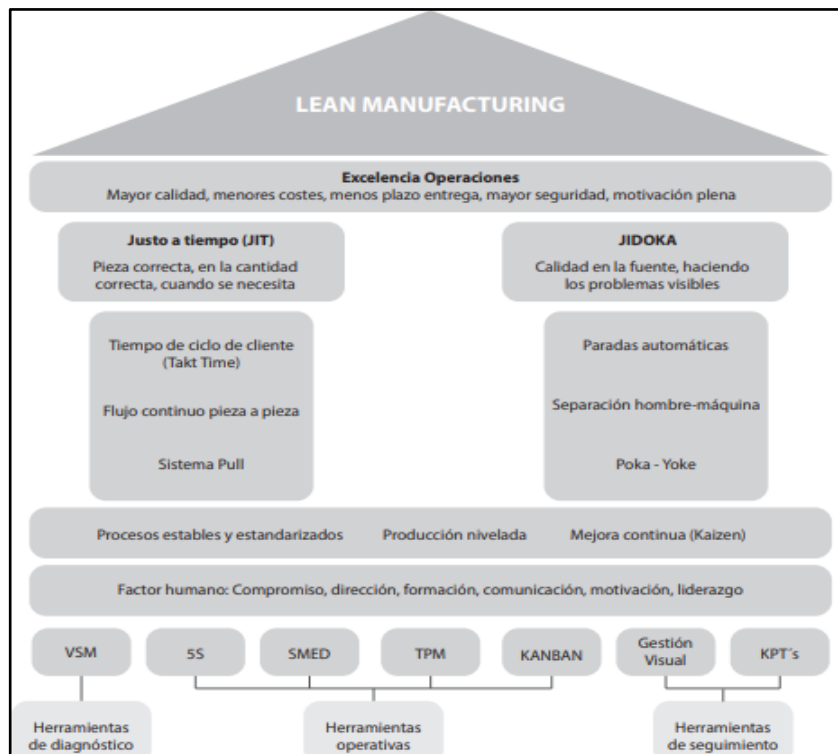


Figura 5. Adaptación de la Casa Toyota.

El desperdicio o muda según Gutiérrez (2014, p.96), son aquellas actividades que no agregan valor al producto pero si generan costos, y estas son mencionadas como 7 tipos de desperdicio:

La espera, viene a ser la pérdida de tiempo debido a procesos y flujos de trabajo ineficientes. La sobreproducción, es la consecuencia de producir un mayor número del requerido o de destinar equipos con superior facultad de la necesaria. El sobreprocesamiento, se define por sacrificios que no son exigidos por los clientes sin un valor agregado. Transportación, son los movimientos realizados innecesariamente de materiales y gente. Inventarios, una mayor cantidad en el stock de lo que necesariamente se va requerir es parte de muestra de ineficiencias y problemas que generan un flujo deficiente dentro de la organización. Retrabajos, esto se debe a que el proceso de fabricación no funcionó correctamente en primer lugar, lo que requirió de trabajo adicional. Movimientos, es el desplazamiento excesivo de personas y materiales involucrados en un proceso (Gutiérrez, 2014, p.97).

También como dimensiones se identificaron a Poka Yoke, según Socconini (2019, p.208), son procedimientos que evitan errores humanos en los procesos y permiten que los operadores sigan concentrándose en sus operaciones antes de que el proceso presente desperfectos.

La implementación de Poka Yoke tiene los siguientes beneficios:

Garantizar la calidad en cada cargo de trabajo.

Brindar a los empleados el conocimiento requerido de operaciones.

Disminuye la probabilidad de cometer distintos errores.

Previene eventualidades provocadas por distracción humana.

Descarta actos que necesitan de la memoria y supervisión.

Libra la percepción del empleado posibilitando extender su imaginación.

Normalmente, el uso de poka yoke es factible y económico.

El Poka Yoke es un método de detección de errores humanos en los procesos y actividades más frecuentes con la finalidad de detectarlos antes que se conviertan en defectos (Wiech, Bollhog y Metternich, 2017, p.191).

Según Wijaya (2020, p.37), el Poka yoke es una técnica desarrollada para evitar errores humanos con el fin de eliminar los defectos excluyendo inspecciones de calidad. También se conoce como "a prueba de errores", o "a prueba de fallas". Poka yoke es una acción preventiva que se enfoca en identificar y eliminar problemas debidos a variaciones en los procesos de fabricación.

Según el autor Arrieta (2007, p.145), Poka Yoke implica el perfeccionamiento de mecanismos y dispositivos para garantizar que los productos que fabrica estén completamente libres de errores. Estos dispositivos evitan el uso de elementos sin condiciones de trabajo adecuadas.

De igual manera Socconini (2019, p.210), mencionó que el Poka Yoke se utiliza: si hay procedimientos que continúan causando pérdida o incomodidad y pueden causar daño o peligro al operador, al analizar la naturaleza y el impacto de un error, existen errores graves que pueden generar riesgos o daños en las principales necesidades del cliente, cuando hay controles dónde la detección de errores es insuficiente o cuando un evento (defecto, error o accidente) obliga a establecer métodos de detección de fallas, cuando un cliente necesita realizar un proyecto de Poka Yoke para producir un producto.

Categorías de los elementos poka yoke: 1. Poka yoke de advertencia, la alerta notifica al operador o al usuario antes de que ocurra un error. Sin embargo, el hecho de que la máquina haya sido advertida no indica necesariamente que se haya evitado el error. 2. Poka yoke de prevención, se trata de aplicar métodos factibles que eviten a toda costa que un error se presente. Así mismo hay 3 pasos de poka yoke: Nivel 1. Detecta el daño si ya han ocurrido, pero asegúrate de que el daño no llegue a la siguiente línea, Nivel 2. Detectar errores a medida que se presentan y antes de que sea un defecto, Nivel 3. Elimine o evite errores antes de que ocurran y causen defectos.

Clasificación de mecanismo poka yoke: Poka yoke físicos, este tipo de dispositivo, está diseñado para prevenir de manera confiable los errores del producto o del proceso y ayuda a detectar errores físicos o inconsistencias. Poka yoke secuenciales, puede causar posteriormente errores debido a cambios u omisiones cuando se debe realizar un pedido, por lo que se buscan pedidos con límite de pedidos especiales que solo siguen el pedido. Poka yoke de agrupamiento, esta herramienta está equipada con todos los componentes necesarios, como materiales, piezas y accesorios, para que no se pierda nada durante la ejecución del proyecto. Poka yoke de información, este sistema proporciona a las personas una explicación simple y detallada de lo que es apropiado para evitar errores.

Procedimientos para implementar poka yoke: Utilizar del modo y efecto de fallos del proceso, identifique el RPN (riesgo prioritario) más alto o más importante del proyecto, identifique los pasos y / o tareas con los errores más altos, establezca los límites del proyecto, seleccione un líder de equipo e identifique a los miembros del equipo, invite al menos a dos profesionales con conocimiento de producto, asignar el día del evento.

La otra dimensión identificada fue estandarización, según Hernández y Vizán (2013, p.45), son descripciones escritas y gráficas que proveen conocimiento de personas, maquinaria, equipos, métodos, mediciones y datos con la finalidad de comprender la técnicas más calificadas y confiables de un proceso, con el propósito de crear productos de excelente calidad, que sean seguro, barato y rápido. Las características y la estandarización deben resumirse en cuatro principios: 1. Que sean explicaciones sencillas y entendibles de procedimientos eficientes para la fabricación de productos, 2. Utilizar el mejor proceso realizado en cada actividad, basado en métodos y mecanismos eficientes, 3. Asegurar que se cumpla, 4. Tomar este punto como inicio para futuras mejoras.

Según Meyers, (2000, p.124), El tiempo estándar es el tiempo normal más la tolerancia: el tiempo normal es el tiempo total del elemento, es decir, el tiempo que tarda una persona en hacer un trabajo en particular a una velocidad normal y una tolerancia del tiempo extra que le dio para que cada ciclo tenga en cuenta la fatiga,

las necesidades personales y los retrasos inevitables. Se encuentra expresado de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} + \text{Tolerancias}$$

Para el caso de la variable dependiente fue necesario definir productividad, según Gutiérrez, (2014, p.21), es el resultado de un sistema o proceso, por lo que incrementar la productividad le permite utilizar los recursos de manera más eficiente y obtener mejores resultados. Además, según Miranda y Toirac (2013, p. 248), mencionó que la productividad es clave y una parte importante para asegurar riquezas, mejorando los procesos productivos mediante la tecnología la cual proporciona una mayor ventaja competitiva en el mercado.

La OIT (1996), menciona que, la productividad se divide en tres tipos, los cuales son: productividad total, productividad de factor total y la productividad parcial.

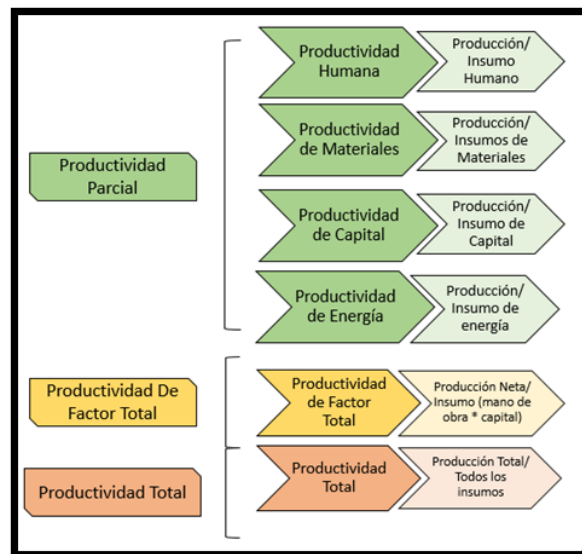


Figura 6. Tipos de Productividad.

Según Salgado y Salgado (2019, p.2), es una herramienta para evaluar cómo se utilizan los recursos de su empresa y ayuda a mejorar el proceso. Se determina con base en el uso de recursos según la producción del producto o servicio. Ayudando a las empresas a evaluar el uso de recursos y mejorar los procesos, está determinado por el uso de sus recursos en la producción de productos y servicios.

La productividad es el vínculo que existe a través del producto y servicio entre bienes y recursos utilizados, expresados como:

$$Productividad = \frac{Productos\ y\ servicios}{Recursos}$$

Así mismo según el autor Prokopenko (1989, p. 3), mencionó que la productividad es la relación entre los recursos obtenidos por el sistema de producción o el servicio y los recursos utilizados para obtenerlo. Se define como el uso eficiente de los recursos (mano de obra, capital, equipo, energía, datos) en la producción de diversos bienes y servicios. Además, hay dos aspectos principales del desarrollo de productividad (ver figura 7).

Externos (no controlados)

Internos (controlables)

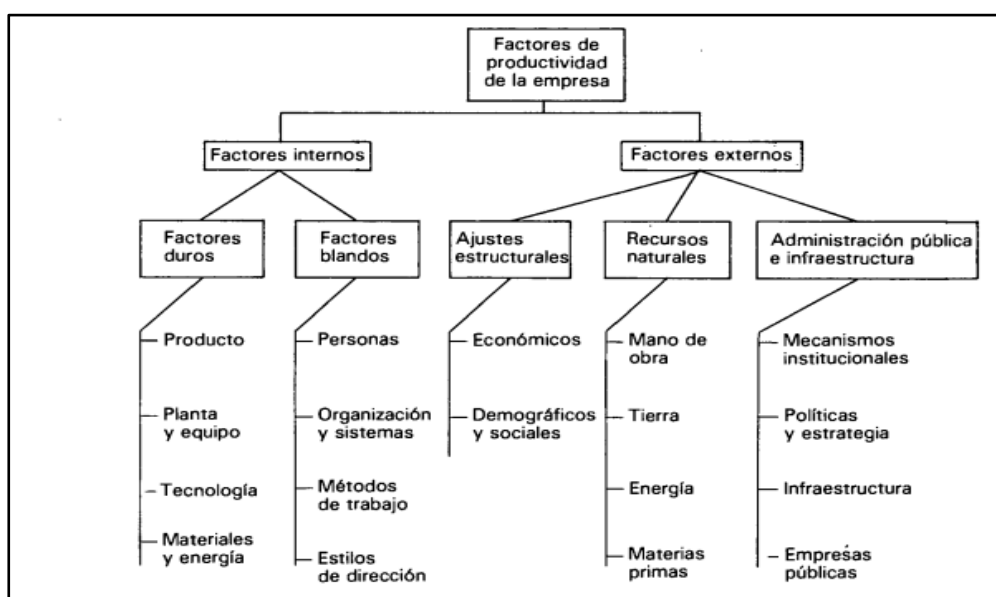


Figura 7. Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa.

Según Prokopenko (1989, p.11), indicó que los factores internos se clasifican en factores duros; los cuales se caracterizan por no ser fácilmente cambiables y por último los factores blandos; por ser fácilmente cambiables. En conclusión, esta clasificación, nos permitirá saber el enfoque interno basado en productividad al cual está dirigido el informe de investigación.

Así mismo, Prokopenko (1989, p.16), resaltó que los factores externos son tema para la planificación y ejecución de los programas de productividad, teniendo en cuenta las relaciones sociales, económicas, políticos, con los consumidores, trabajadores e instituciones ya que estas establecen ciertas condiciones y acuerdos que no pueden ser controlados o manipulados por la empresa.

En referencia a las dimensiones la eficiencia implica en producir productos de excelente calidad empleando el mínimo recurso, es una medida de la calidad del trabajo mediante la utilización de los recursos para crear un producto. Por otro lado, la eficacia es el producto final, donde los resultados obtenidos se comparan con los objetivos esperados (Prokopenko, 1989, pp. 4-6).

La productividad, por otro lado, está relacionada con los resultados obtenidos por el sistema, por lo que para aprovecharlo al máximo es necesario considerar los recursos utilizados para producirlos y obtener los mejores resultados. El trabajo se puede dividir en los siguientes componentes (Gutiérrez, 2014, p.21).

Eficiencia. Esta es la correlación que existe entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, es decir, el esfuerzo por desarrollar los recursos y evitar desperdiciarlos.

$$Eficiencia = \frac{Resultados}{Recursos}$$

Eficacia. Este es el grado en el que se realiza la actividad planificada y se logra el resultado planificado. Esto significa usar recursos para lograr los objetivos especificados.

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Esta investigación fue de tipo aplicada porque se emplearon herramientas pertenecientes a la metodología Lean Manufacturing para resolver problemas prácticos en la actualidad, con la finalidad de resolver la baja productividad en la empresa RMH PLAST, esto concuerda con lo dicho por Baena (2017, p.18), donde señaló que la investigación aplicada es aquella que tiene como fin el estudio de un problema concreto que requieran soluciones inmediatas, aplicando teorías ya existentes.

Diseño de la investigación:

Para este estudio el diseño de investigación fue pre experimental, ya que se escogió una agrupación de estudio ya formado con anterioridad para poder realizar el análisis en dos períodos determinados y su impacto referente a productividad de la empresa RMH PLAST; esto coincidió con lo mencionado por Arias (2020, p.47), quien resaltó que el diseño de pre experimental trabaja con solo un grupo de estudio que ya están conformados previamente, además de que los sujetos involucrados para la investigación llamado grupo experimental permiten realizar mediciones de un antes y después en un plazo de tiempo determinado. Así mismo Manterola y Otze (2015), mencionan que el diseño pre experimental se diferencia porque trabaja con un solo grupo de control y la facilidad que tiene para manipular la variable independiente, permitiendo observar el efecto que este genera en la variable dependiente (p.5).

Nivel de investigación:

El informe de investigación fue de nivel explicativo, pues busco el porqué de la baja productividad y así se tomó medidas de solución aplicando herramientas de Lean Manufacturing en la empresa RMH PLAST; todo ello coincide con Hernández, Fernández y Baptista (2014) pues indicó que la investigación explicativa está enfocada en responder las causas de algún fenómeno físico o social y su relación con dos o más variables (p.95). De igual manera Rojas (2017), nos dice que una investigación de nivel explicativo es aquella que presenta una investigación de

información más profunda, que se encuentra en la constante búsqueda del porqué de las cosas mediante la relación causa y efecto (p.7).

Enfoque de la investigación:

La investigación fue de enfoque cuantitativo, porque se recolectó datos numéricos reales de la empresa de acuerdo a las variables de estudio, los cuales estuvieron situadas en fichas de registro para realizar los análisis correspondientes y tomar medidas de solución frente a la problemática actual; lo mencionado concuerda con Hernández, Fernández y Baptista (2014), pues indica que el enfoque de tipo cuantitativo se caracteriza por realizar mediciones numéricas y estimar magnitudes de hechos o problemas de investigación, además utilizar técnicas de recopilación de información para probar las hipótesis (p.5).

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Lean Manufacturing.

Definición conceptual:

Según el autor Socconini (2019, p.20), es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos. Entiéndase como desperdicio todas las actividades que generan costos, en lugar de agregar valor al producto.

Definición operacional:

Para la evaluación de la variable se realizó el diagnóstico mediante la dimensión Estandarización, con el indicador índice de tiempo estándar. Posteriormente, se aplicó la dimensión Poka Yoke, con el porcentaje de cantidades defectuosas.

Dimensión 1: Estandarización.

Definición conceptual:

Según los autores Hernández y Vizán (2013, p.45), son descripciones escritas y gráficas que proveen conocimiento de personas, maquinaria, equipos, métodos, mediciones y datos con la finalidad de comprender la técnicas más calificadas y confiables de un proceso, con el propósito de crear productos de excelente calidad, que sean seguro, barato y rápido.

Definición operacional:

Es aquella que permitió obtener el índice de tiempo estándar, mediante la suma del tiempo normal más la suma de suplementos.

$$ITE = TN + S$$

ITE = Índice de tiempo estándar
TN = Tiempo normal
S = Suplementos

Dimensión 2: Poka Yoke.**Definición conceptual:**

Según el autor Socconini (2019, p.208), son procedimientos que evitan errores humanos en los procesos y permiten que los operadores sigan concentrándose en sus operaciones antes de que el proceso presente desperfectos.

Definición operacional:

Es aquella que permitió obtener el porcentaje de bolsas defectuosas, mediante la división de cantidades de bolsas con defecto y la cantidad de bolsas producidas.

$$PBD = \frac{CBD}{CBP} \times 100\%$$

PBD = Porcentaje de bolsas defectuosas
CBD = Cantidad de bolsas con defecto (kg)
CBP = Cantidad de bolsas producidas (kg)

Variable dependiente: Productividad.**Definición conceptual:**

Según Gutiérrez, (2014, p.21), la productividad es el resultado de un sistema o proceso, por lo que aumentar la productividad le permite utilizar los recursos de manera más eficiente y obtener mejores resultados.

Definición operacional:

Para la evaluación de la variable se realizó mediante la dimensión Eficiencia, con

el indicador porcentaje de eficiencia y la dimensión Eficacia, con el indicador porcentaje de eficacia.

Dimensión 1: Eficiencia.

Definición conceptual:

La eficiencia implica en producir productos de excelente calidad empleando el mínimo recurso, es una medida de la calidad del trabajo mediante la utilización de los recursos para crear un producto (Prokopenko, 1989, pp. 4-6).

Definición operacional:

Es aquella que permitió obtener el porcentaje de eficiencia, mediante la división del tiempo trabajado y el tiempo programado.

$$PEF = \frac{TT}{TP} \times 100\%$$

PEF = Porcentaje de eficiencia

TT = Tiempo trabajado (min)

TP = Tiempo programado (min)

Dimensión 2: Eficacia.

Definición conceptual:

La eficacia es el producto final, donde los resultados obtenidos se comparan con los objetivos esperados (Prokopenko, 1989, pp. 4-6).

Definición operacional:

Es aquella que permitió obtener el porcentaje de eficacia, mediante la división de la producción real y la producción esperada.

$$PF = \frac{PR}{PE} \times 100\%$$

PF = Porcentaje de eficacia

PR = Producción real (kg)

PE = Producción esperada (kg)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

Según Lerma (2009, p.72), la población es un grupo de individuos que presentan particularidades en común que además pueden comprender a una definición conjunta. Por lo tanto, la población para esta investigación fue comprendida por la producción de 1000 bolsas de 140 litros de baja densidad para residuos sólidos, de 35x41 pulgadas, de 1.5 micras de espesor.

Criterio de inclusión y exclusión:

Por lo mencionado; como criterio de inclusión se utilizó los días laborables (lunes a domingos) del personal en una jornada o turno completo de 12 horas y como criterio de exclusión únicamente a los días de feriados.

Muestra:

Los autores Cruz, Olivares y González (2014, p.107), señalan que la muestra es un subgrupo de los elementos de un universo o población. Por lo tanto, debido a que el informe de investigación comprendió una población reducida, se consideró que la muestra fue igual a la población, la cual estuvo representada por 1000 bolsas de 140 litros de baja densidad para residuos sólidos, de 35x41 pulgadas, de 1.5 micras de espesor, en un tiempo de 60 días (30 días para el pre test y 30 días para el pos test).

Muestreo:

Según López (2004), el muestreo es un método que facilita la obtención de las características de la muestra dentro de una población establecida. El tipo de muestreo fue no probabilístico por el método de conveniencia ya que está basado en la selección de sucesos actuales, así mismo en las particularidades que presentan en común que serán utilizadas por el investigador.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis empleada correspondió a una bolsa de polietileno, del área de producción de la empresa RMH PLAST.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnica:

Según Ñaupas, (2018, p.273) las técnicas son un conjunto de normas que sirven para regular el proceso de investigación y alcanzar su objetivo. De la misma manera Rojas (2017), define que la técnica de recolección de datos es un procedimiento típico validado por la práctica, por lo general enfocado a recolectar data e información útil para poder solucionar los problemas presentes en las diversas disciplinas científicas (p.279). Por tanto, la investigación utilizó la técnica de observación directa para realizar la recopilación de información.

La observación directa.

Según Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 112), la observación directa es una técnica que permite registrar de forma ordenada y sistemática las características de algún fenómeno o suceso que nos interesa conocer poniéndose en contacto personalmente. En base al autor, podemos decir que se utilizó este tipo de técnica, porque se recolectó información referente a los elementos que conforman a la productividad, comprendidos en la producción de bolsas de polietileno.

Instrumento:

Según Gómez (2006, p.122), el instrumento es aquel medio que tiene como fin registrar datos e información observables que serán de utilidad para el desarrollo de la variable que se está trabajando en la investigación. El informe de investigación usó las fichas de registro para realizar el registro de datos en relación al objetivo de estudio, además empleó un cronómetro previamente calibrado para la medición de todos los tiempos.

Ficha de registro.

Las siguientes fichas de registro tuvieron la finalidad de registrar los datos necesarios para la utilización que requieren nuestros indicadores. Las fichas de registros empleadas en la investigación fueron: Ficha de registro de Estandarización, seguida de la ficha de registro de Poka Yoke, además de la ficha de registro de Eficiencia y la ficha de registro de Eficacia.

Cronómetro.

En la investigación se hizo uso de este instrumento porque permitió conocer la duración de cada actividad que participó en cada uno de los procesos, suministrando de información a las fichas de registro.




Validez:

Según (Namakforoosh, 2005, p.227), la validez comprende al grado donde un instrumento de investigación cumple la función de medir la variable. Esta investigación tuvo la validez de tipo de contenido, así como indica Urrutia, et al. (2014), la validez de contenido es un juicio lógico para determinar si los ítems reflejan el dominio de contenido que se desea medir relativo a la importancia, relevancia y claridad del instrumento. Dado ello, podemos decir que los instrumentos del informe de investigación fueron expuestos ante un juicio de expertos.

Juicio de expertos.

Para la validación del instrumento de recolección de datos se realizó mediante un juicio de expertos, constituido por 3 ingenieros industriales pertenecientes a escuela de ingeniería industrial de la universidad César Vallejo. Los cuales calificaron las fichas de registro conforme a la pertinencia, relevancia y claridad (ver anexo 7).

Tabla 8. Validez del instrumento de recolección de datos (juicio de expertos)

EXPERTOS	FIRMA
Mgtr. Rodríguez Alegre Lino Rolando	
Mgtr. Sunohara Ramírez Percy Sixto	
Dr. Espejo Peña Dennis Alberto	

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad:

Según Gómez (2006, p.122), la confiabilidad se refiere al grado que su utilización repetida del instrumento este siga obteniendo resultados consistentes de acuerdo a la investigación. Por lo tanto, la investigación utilizó datos reales pertenecientes al área de producción bolsas de la empresa RMH PLAST. Con apoyo de los instrumentos que fueron previamente aprobados. Asimismo, el cronómetro contó con una ficha técnica la cual dio la confianza de su funcionalidad (Ver anexo 8).

3.5 Procedimientos**Descripción de la situación actual de la empresa RMH PLAST.****Descripción general de la empresa:**

La empresa RMH PLAST, es una empresa multifamiliar que inició sus actividades hace 12 años con la producción de plásticos como: bolsas para residuos sólidos, usando como materia prima el polietileno mediante el proceso de extrusión. Posteriormente apostaron por la producción de láminas termocontraíbles que sirven para embalar productos industrializados que garantizan la seguridad y calidad en el transporte.

Datos de la empresa:

Nombre comercial de la empresa: GRUPO RMH

RUC: 10092287055

Gerente: Castro Camargo Remigio Severo

Tipo de contribuyente: Persona natural con negocio

Fechas de inicio de actividades: 01/03/2009

Estado del contribuyente: Activo

Dirección de la empresa: Mz.4E Lt.8 El Progreso – Carabayllo

Actividad Económica: Fabricación de productos de plástico.

Localización:

RMH PLAST está ubicada en la Mz.4 E Lt.8 El Progreso – Carabayllo, tiene como referencia los Geranios 464, Carabayllo 15321 (ver figura 8).

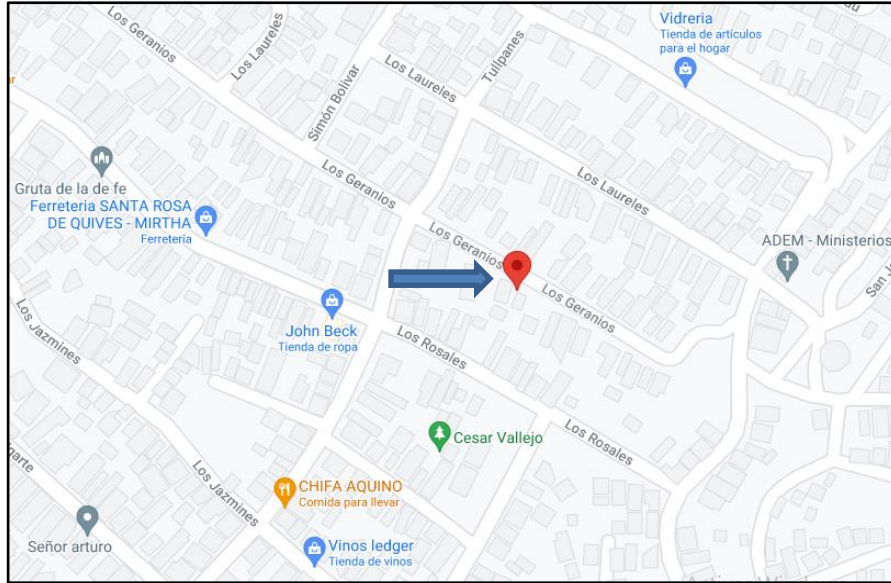


Figura 8. Ubicación de la empresa RMH PLAST.

Sector empresarial:

Incursiona en la industria del plástico, produciendo bolsas para residuos sólidos, láminas termocontraíbles entre otros, garantizando la calidad de un producto.

Principales productos:

Bolsas de polietileno

Bobinas de polietileno

Láminas de polietileno



Figura 9. Bolsas y bobinas de polietileno de baja y alta densidad.

Principales clientes:

FRM Distribuciones

Willy Plast

Plásticos Nelson

Plásticos Pariona

Municipalidades distritales y provinciales

PROMAFA

Misión:

Somos una empresa multifamiliar del sector manufactura dedicada a la transformación del polietileno con amplia experiencia en el proceso de extrusión, fabricando bolsas, bobinas y láminas de polietileno de excelente calidad, que se adecuan al requerimiento de nuestros clientes más exigentes.

Visión:

Ser una empresa reconocida a nivel nacional dentro del rubro industrial como en la fabricación de bolsas.

Valores:

Respeto

Comunicación

Trabajo en equipo

Responsabilidad

Honestidad

Organigrama:

En la Figura 10 podemos visualizar la estructuración jerárquica de la empresa, donde están las principales áreas partiendo desde, gerencia y los respectivos cargos funcionales dentro de la empresa RMH PLAST (ver figura 10).

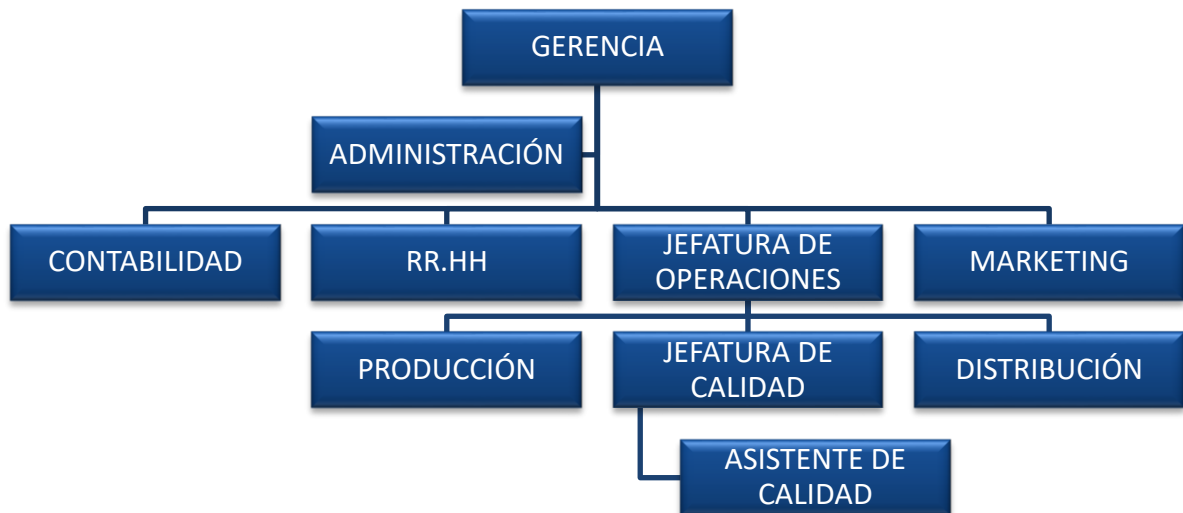


Figura 10. Organigrama de la empresa RMH PLAST.

Problemas de RMH PLAST en el área de producción.

Falta de herramientas de predicción de errores:

En la actualidad RMH PLAST no cuenta con medidas ni dispositivos confiables para la predicción de errores, basándose solo en el conocimiento por experiencia de su trabajo la cual no permite detectar los defectos que ocurren durante los procesos de producción antes de que estos se manifiesten.

Operaciones y actividades no estandarizadas:

Actualmente no existe una determinada operación para realizar cada una de las actividades, por ende no se puede obtener un resultado uniforme.

Falta de inspección en el inicio del proceso:

No se cuenta con un personal constante en esta etapa del proceso, siendo una de las etapas con mayor riesgo durante todo el proceso de producción.

Carencia de capacitaciones enfocadas en producción:

Este problema se debe a que los trabajadores sólo cuentan con su experiencia adquirida por cuenta propia, pero no una debida capacitación enfocada en producción, lo que conlleva que se presente defectos continuamente.

Falta de control en el proceso de producción:

Debido a que la producción diaria, incluido la materia prima, materiales que son utilizados durante la producción del día y hasta la cantidad de producción se registran solo en hojas o cuadernos. Lo que resulta siendo deficiente, por lo que

genera que el control no sea eficaz y resulta ser más propenso a perder información e incluso ser alterada.

Inadecuada inspección en el tablero de control:

Debido a que en este tablero se realizan todas las operaciones respecto a las medidas necesarias de materia prima y la cantidad que se desea producir. Así mismo se encuentran todos los controles de las máquinas, que en caso ocurran problemas durante el proceso deberían tener una respuesta inmediata para evitar la generación de mermas.

Manejo de documentación deficiente:

Esto se debe a que los datos no aparecen ordenados o son de difícil acceso.

Alta complejidad de maquinaria:

Esto se debe a que la empresa cuenta maquinaria moderna importada desde EE.UU para todo el proceso de la producción, por la cual el personal tiene un escaso conocimiento en el correcto uso y el debido mantenimiento que se debe brindar a este tipo de maquinaria.



Figura 11. Problemas presentados durante el proceso de producción.

Descripción del proceso actual:

Para comprender todo el proceso de producción de bolsas y bobinas de polietileno se realizó la elaboración de un diagrama DOP, donde se explicó el proceso de manera detallada, el cual también estuvo representado gráficamente para un mayor entendimiento.

El proceso de fabricación de bolsas inicia con la recepción de las resinas de polietileno y el Masterbatch, seguido de una rápida inspección, continuando con el proceso de pesado, luego el proceso de mezclado, este se realiza en un recipiente de 1m² para posterior a ello ser trasladado hacia la tolva de la máquina extrusora, luego de tener lista la mezcla estas resinas pasarán por el proceso de fundido hasta que estén estén alcancen un estado líquido. Paralelo a ello y mediante el tablero de control se procede a realizar una inspección accionando los controles de ingresos de aire, los rodillos jaladores y embobinados. Se continúa con la colocación de la película de polietileno a través del sistema de guidores, donde inicia el proceso de moldeado tomando la medida de diámetro aproximado del globo de polietileno que se requiere. Esta película ingresa por los rodillos jaladores mientras es estirado hasta que obtenga el espesor requerido, al mismo tiempo esta es traslada por un sistema de polines con funcionamiento automático iniciando así el proceso de enfriamiento gracias a la temperatura ambiente. Esta película sigue su recorrido hasta llegar al proceso automático de embobinado a través de dos rodillos tensionadores, donde se programa el sistema de alarma para medir los metros lineales del rollo de la bobina. Luego de obtener las bobina de polietileno esta es retirada pero antes de ello se debe colocar un tuco de cartón adicional que servirá como base para la siguiente bobina, ya retirada la bobina esta es forrada para realizar nuevamente un proceso de pesado con su debido registro, una vez finalizado ello la bobina es trasladada hacia la máquina de sellado y cortado de bolsas, esta máquina tiene un sellado de tipo fondo donde se le da la medida de corte según el requerimiento, la máquina selladora hace sonar la alarma el cual indica la culminación del proceso de fabricación de bolsa, realizando el doblado, empaquetado, etiquetado, para finalizar con el envasado de la bolsa para posteriormente ser llevada hacia almacén para su distribución (ver figura 12).

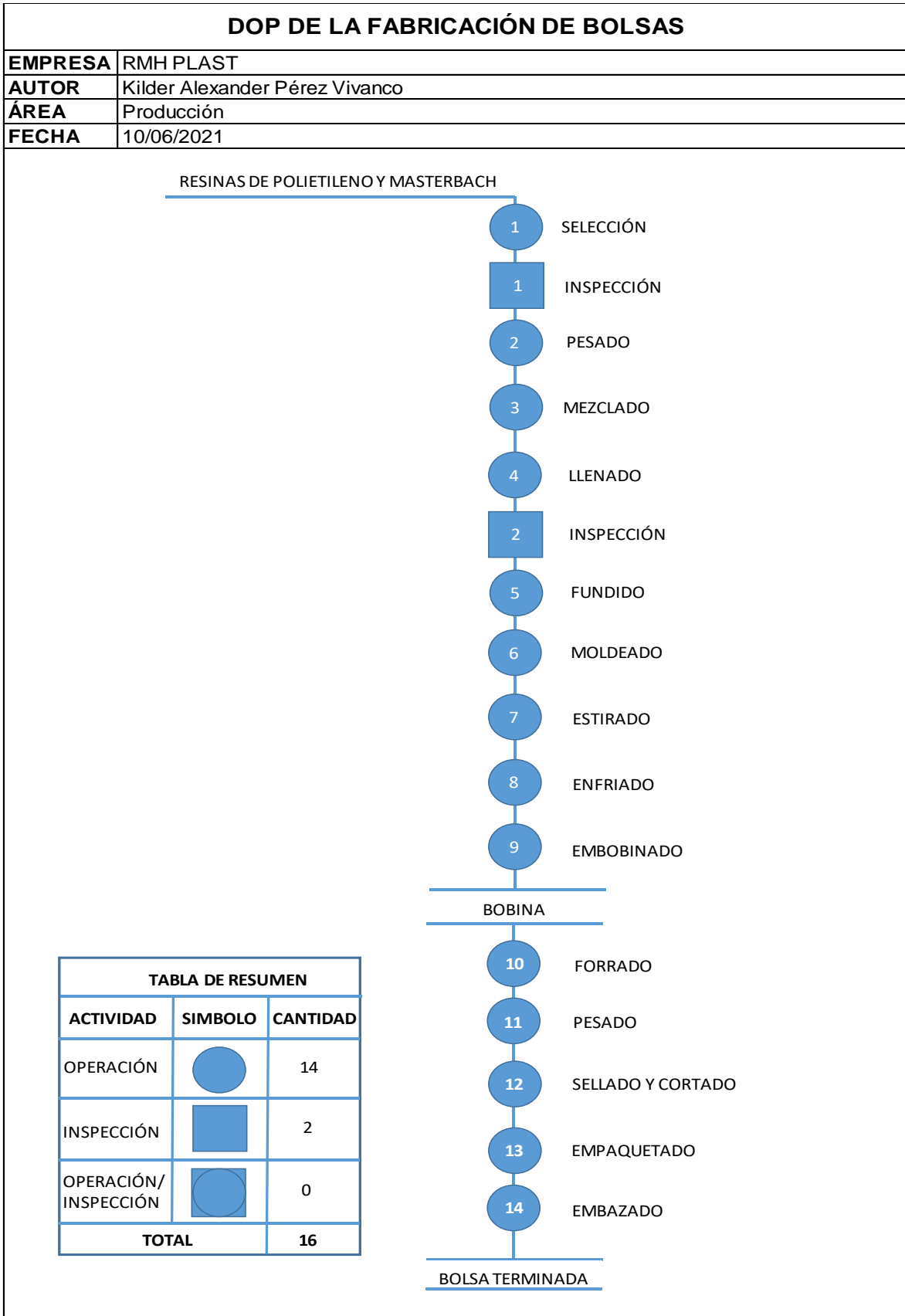


Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de bolsas.

Tabla 9. Diagrama de análisis del proceso de fabricación de bolsas

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS							
EMPRESA	RMH PLAST	ACTIVIDAD			PROCESO		
OPERACIÓN ANALIZADA	Lean Manufacturing	Operación	●	N°	30	T(seg)	2694.57
PROCESO	Fabricación de bolsas	Transporte	➔				
MÉTODO	Pre-test	Espera	⏸				
HOJA	1 de 1	Inspección	■				
ÁREA	Producción	Almacenamiento	▼				
FECHA	10/06/2021	Total			40		3318.53
ELABORADO POR	Kilder Alexander Pérez Vivanco	ACTIVIDADES			TIEMPO (seg)		
ITEM	DESCRIPCIÓN	●	➔	⏸	■	▼	
1	Selección de la materia prima	●					51.57
2	Transporte de la MP hacia el área de extrusión		➔				17.90
3	Inspección o verificación de la materia prima				■		319.08
4	Transporte de la MP inspeccionada al área de pesado		➔				11.33
5	Pesado de la materia prima mas los aditivos	●					69.06
6	Mezclado de la materia prima con los aditivos	●					22.83
7	Transporte de la mezcla al área de extrusión		➔				5.74
8	Llenado de la mezcla en la tolva de la extrusora	●					5.64
9	Verificación del control de calefacción						98.44
10	Verificación del cabezal (dado)						96.09
11	Encendido del tornillo	●					31.35
12	Encendido de la turbina de aire	●					30.58
13	Encendido del tiro o jalador	●					31.01
14	Encendido del motor principal	●					31.18
15	Regular la velocidad del motor	●					314.80
16	Inyección de aire para dar forma al glovo (medida)	●					334.24
17	Colocar la tira de plastico hacia el rodillo jalador	●					62.85
18	Recorrido de la película a través de los polines de enfriamiento	●					96.31
19	Recorrido de la película a través del rodillo tratador (microperforación)	●					95.60
20	Prejalado de la película a través de los polines al embobinador	●					5.76
21	Colocación de tucos al eje embobinador	●					7.80
22	Programación de la cantidad requerida para la bobina	●					324.89
23	Retirar la bobina	●					35.87
24	Colocación de un nuevo tuco para la siguiente bobina	●					31.84
25	Forrado de la bobina	●					164.96
26	Pesado de la bobina	●					168.05
27	Registro de la bobina obtenida	●					61.66
28	Transporte de la bobina al área de sellado		➔				10.61
29	Programación de las unidades de bolsas	●					111.40
30	Encendido de la maquina selladora	●					42.00
31	Programación de la cuchilla de sello	●					91.23
32	Programación de la medida de corte	●					81.51
33	Colocación de la bobina en la maquina selladora	●					12.20
34	Recorrido de la película hacia la cuchilla de sello de corte	●					52.79
35	Empaquetado (doblado, sellado, etiquetado)	●					134.69
36	Contabilización de las bolsas producidas	●					123.12
37	Transporte al área de embazado		➔				9.23
38	Embazado del producto terminado	●					67.80
39	Transporte al área de almacen de producto terminado		➔				7.94
40	Almacenamiento de la bolsas terminadas				▼		47.60
TOTAL							3318.53

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se muestra el proceso de fabricación de bolsas del polietileno del área de producción de la empresa RMH PLAST y los tiempos máximos para realizar cada etapa de dicho proceso, mediante este análisis se pudo determinar que se requiere de 40 operaciones, y 3318.53 segundos, es decir 55 minutos por cada 25 kg de bolsa de polietileno.

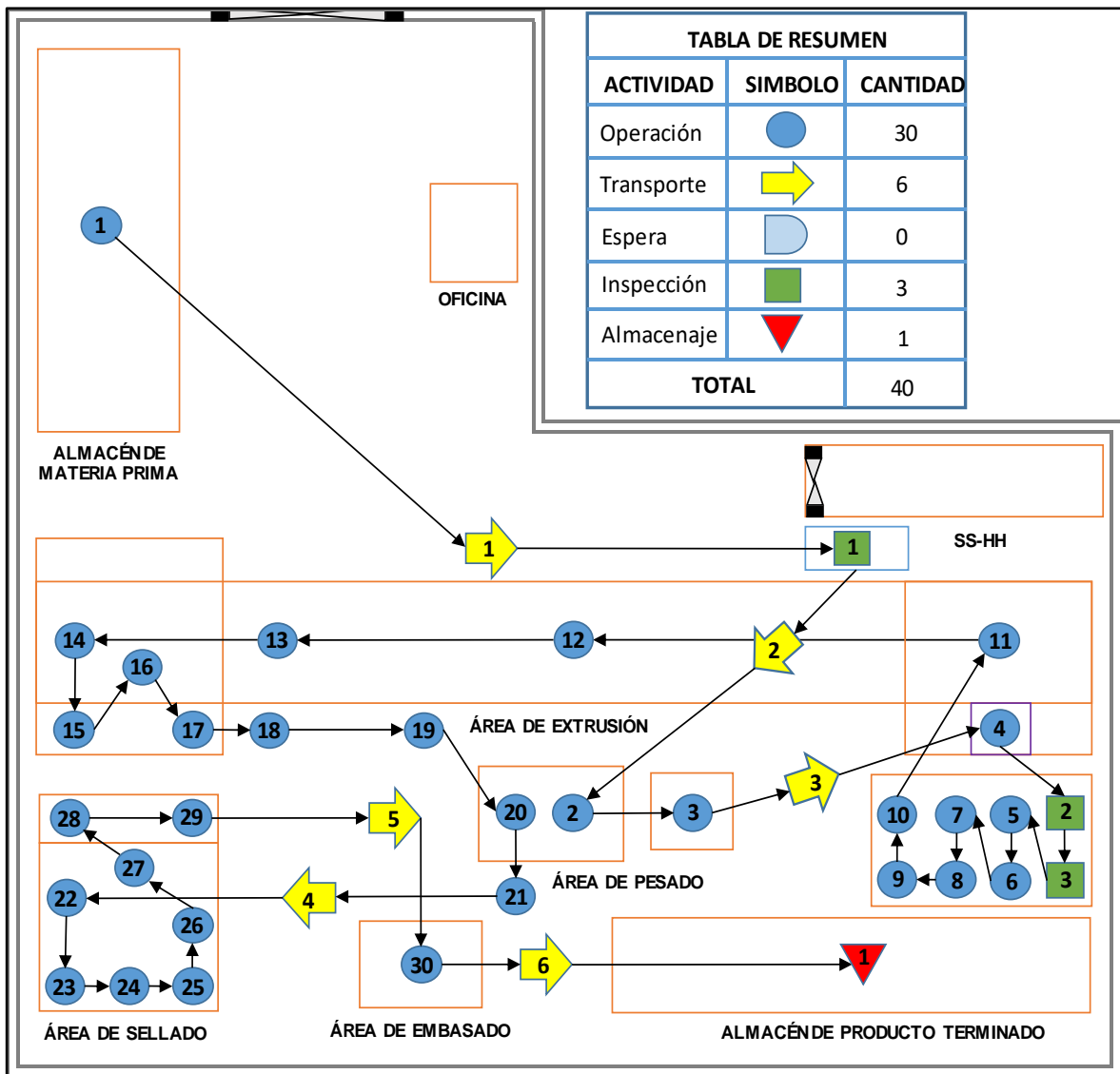


Figura 13. Diagrama de recorrido del proceso actual.

Prueba pre-test: variable dependiente:

Este informe de investigación se realizó en un periodo de 30 días, para determinar la variable dependiente y sus dimensiones respectivas se recurrió a la base datos de la empresa RMH PLAST (ver anexo 11).

Para obtener el resultado de la variable dependiente productividad se emplearon las siguientes fórmulas de eficiencia y eficacia respectivamente:

Tabla 10. Eficiencia del área de producción de la empresa RMH PLAST

DATOS GENERALES			
INVESTIGADOR	Kilder Alexander Pérez Vivanco	JEFE DEL ÁREA	Eduardo Castro Quiroz
EMPRESA	RMH PLAST	ÁREA	Área de Producción

DATOS DEL INDICADOR			
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA
EFICIENCIA	Observación-medición	Ficha de registro	Tiempo trabajado / Tiempo programado

PRE TEST				
DIAS	FECHA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO TRABAJADO (min)	EFICIENCIA x 100%
1	17/05/2021	2160	1538	71.20%
2	18/05/2021	2160	1598	73.99%
3	19/05/2021	2160	1522	70.46%
4	20/05/2021	2160	1550	71.74%
5	21/05/2021	2160	1516	70.19%
6	22/05/2021	2160	1543	71.42%
7	24/05/2021	2160	1483	68.64%
8	25/05/2021	2160	1551	71.79%
9	26/05/2021	2160	1751	81.09%
10	27/05/2021	2160	1736	80.39%
11	28/05/2021	2160	1517	70.21%
12	29/05/2021	2160	1553	71.91%
13	31/05/2021	2160	1603	74.20%
14	1/06/2021	2160	1606	74.37%
15	2/06/2021	2160	1477	68.38%
16	3/06/2021	2160	1608	74.45%
17	4/06/2021	2160	1581	73.18%
18	5/06/2021	2160	1600	74.09%
19	7/06/2021	2160	1779	82.37%
20	8/06/2021	2160	1972	91.30%
21	9/06/2021	2160	1615	74.78%
22	10/06/2021	2160	1609	74.47%
23	11/06/2021	2160	1521	70.40%
24	12/06/2021	2160	1647	76.24%
25	14/06/2021	2160	1480	68.53%
26	15/06/2021	2160	1560	72.23%
27	16/06/2021	2160	1648	76.30%
28	17/06/2021	2160	1471	68.11%
29	18/06/2021	2160	1572	72.77%
30	19/06/2021	2160	1605	74.30%
TOTAL PROMEDIO		2160	1594	73.78%

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left(\frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} \right) * 100\%$$

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left(\frac{1594}{2160} \right) * 100\% = 73.78\%$$

Tabla 11. Eficacia del área de producción de la empresa RMH PLAST

DATOS GENERALES				
INVESTIGADOR	Kilder Alexander Pérez Vivanco		JEFE DEL ÁREA	Eduardo Castro Quiroz
EMPRESA	RMH PLAST		ÁREA	Área de Producción
DATOS DEL INDICADOR				
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA	
EFICACIA	Observación-medición	Ficha de registro	Producción real / Producción esperada	
PRE TEST				
DÍAS	FECHA	PRODUCCIÓN ESPERADA (kg)	PRODUCCIÓN REAL (kg)	EFICACIA x 100%
1	17/05/2021	1000.00	699.67	69.97%
2	18/05/2021	1000.00	733.51	73.35%
3	19/05/2021	1000.00	727.56	72.76%
4	20/05/2021	1000.00	717.53	71.75%
5	21/05/2021	1000.00	730.11	73.01%
6	22/05/2021	1000.00	718.19	71.82%
7	24/05/2021	1000.00	704.05	70.41%
8	25/05/2021	1000.00	737.87	73.79%
9	26/05/2021	1000.00	726.07	72.61%
10	27/05/2021	1000.00	720.98	72.10%
11	28/05/2021	1000.00	742.28	74.23%
12	29/05/2021	1000.00	697.46	69.75%
13	31/05/2021	1000.00	741.48	74.15%
14	1/06/2021	1000.00	739.00	73.90%
15	2/06/2021	1000.00	711.08	71.11%
16	3/06/2021	1000.00	732.20	73.22%
17	4/06/2021	1000.00	694.00	69.40%
18	5/06/2021	1000.00	737.82	73.78%
19	7/06/2021	1000.00	742.32	74.23%
20	8/06/2021	1000.00	711.54	71.15%
21	9/06/2021	1000.00	745.37	74.54%
22	10/06/2021	1000.00	731.77	73.18%
23	11/06/2021	1000.00	706.78	70.68%
24	12/06/2021	1000.00	742.32	74.23%
25	14/06/2021	1000.00	718.41	71.84%
26	15/06/2021	1000.00	742.40	74.24%
27	16/06/2021	1000.00	740.26	74.03%
28	17/06/2021	1000.00	731.19	73.12%
29	18/06/2021	1000.00	746.62	74.66%
30	19/06/2021	1000.00	713.89	71.39%
TOTAL PROMEDIO		1000.00	726.12	72.61%

Fuente: Elaboración propia.

Eficacia

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} \right) * 100\%$$

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left(\frac{726.12}{1000} \right) * 100\% = 72.61\%$$

Tabla 12. Ficha de registro de datos pre-test de la productividad

DATOS GENERALES			
INVESTIGADOR	Kilder Alexander Pérez Vivanco		JEFE DEL ÁREA
EMPRESA	RMH PLAST		ÁREA
			Eduardo Castro Quiroz Área de Producción

DATOS DEL INDICADOR			
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA
EFICIENCIA	Observación-medición	Ficha de registro	Tiempo trabajado / Tiempo programado
EFICACIA	Observación-medición	Ficha de registro	Producción real / Producción esperada

PRE TEST								
DÍAS	FECHA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO TRABAJADO (min)	PRODUCCIÓN ESPERADA (kg)	PRODUCCIÓN REAL (kg)	EFICIENCIA x 100%	EFICACIA x 100%	PRODUCTIVIDAD x 100%
1	17/05/2021	2160	1538	1000.00	699.67	71.20%	69.97%	49.82%
2	18/05/2021	2160	1598	1000.00	733.51	73.99%	73.35%	54.27%
3	19/05/2021	2160	1522	1000.00	727.56	70.46%	72.76%	51.26%
4	20/05/2021	2160	1550	1000.00	717.53	71.74%	71.75%	51.47%
5	21/05/2021	2160	1516	1000.00	730.11	70.19%	73.01%	51.25%
6	22/05/2021	2160	1543	1000.00	718.19	71.42%	71.82%	51.29%
7	24/05/2021	2160	1483	1000.00	704.05	68.64%	70.41%	48.33%
8	25/05/2021	2160	1551	1000.00	737.87	71.79%	73.79%	52.97%
9	26/05/2021	2160	1751	1000.00	726.07	81.09%	72.61%	58.88%
10	27/05/2021	2160	1736	1000.00	720.98	80.39%	72.10%	57.96%
11	28/05/2021	2160	1517	1000.00	742.28	70.21%	74.23%	52.12%
12	29/05/2021	2160	1553	1000.00	697.46	71.91%	69.75%	50.15%
13	31/05/2021	2160	1603	1000.00	741.48	74.20%	74.15%	55.01%
14	1/06/2021	2160	1606	1000.00	739.00	74.37%	73.90%	54.96%
15	2/06/2021	2160	1477	1000.00	711.08	68.38%	71.11%	48.63%
16	3/06/2021	2160	1608	1000.00	732.20	74.45%	73.22%	54.51%
17	4/06/2021	2160	1581	1000.00	694.00	73.18%	69.40%	50.79%
18	5/06/2021	2160	1600	1000.00	737.82	74.09%	73.78%	54.67%
19	7/06/2021	2160	1779	1000.00	742.32	82.37%	74.23%	61.14%
20	8/06/2021	2160	1972	1000.00	711.54	91.30%	71.15%	64.96%
21	9/06/2021	2160	1615	1000.00	745.37	74.78%	74.54%	55.74%
22	10/06/2021	2160	1609	1000.00	731.77	74.47%	73.18%	54.50%
23	11/06/2021	2160	1521	1000.00	706.78	70.40%	70.68%	49.76%
24	12/06/2021	2160	1647	1000.00	742.32	76.24%	74.23%	56.59%
25	14/06/2021	2160	1480	1000.00	718.41	68.53%	71.84%	49.23%
26	15/06/2021	2160	1560	1000.00	742.40	72.23%	74.24%	53.63%
27	16/06/2021	2160	1648	1000.00	740.26	76.30%	74.03%	56.48%
28	17/06/2021	2160	1471	1000.00	731.19	68.11%	73.12%	49.80%
29	18/06/2021	2160	1572	1000.00	746.62	72.77%	74.66%	54.33%
30	19/06/2021	2160	1605	1000.00	713.89	74.30%	71.39%	53.04%
TOTAL PROMEDIO		2160	1594	1000.00	726.12	73.78%	72.61%	53.58%

Fuente: Elaboración propia.

Productividad:

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia$$

$$Productividad = 73.78\% * 72.61\% = 53.58\%$$

De acuerdo a la tabla 12, una vez realizado los cálculos correspondientes pudimos determinar que la empresa RMH PLAST, presentaba un 73.78% de eficiencia y un 72.61% de eficacia, determinando así la actual productividad en el área de producción siendo este el valor del 53.58%. Esto nos indicó que la empresa contaba con una baja productividad, por lo cual se procedió a realizar el siguiente informe de investigación con la finalidad de reducir o eliminar aquellas causas que no permiten aumentar la productividad en esta área.

Propuesta de mejora:

Para el desarrollo de la propuesta de mejora en la empresa RMH PLAST, se tuvo que recolectar toda información necesaria para aplicar la mejora de solución.

La presente investigación constó primeramente en la reunión con gerencia para solicitar su compromiso con el desarrollo de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa, además de ello una reunión de sensibilización con todo el equipo del área de producción involucrado en la fabricación de bolsa de polietileno. La primera herramienta en ser aplicada fue estandarización que consistió en el diseño de nuevo diagrama de recorrido, DAP y DOP para brindar una descripción visual de las actividades involucradas en el proceso de producción, permitiendo así ordenar de una manera más sencilla toda la zonas de trabajo, para finalizar con la fijación de los tiempos estándares. Continuando con la herramienta de Poka Yoke, la cual consistió en determinar los defectos presentados en el proceso de fabricación, seguido de la adición de un dispositivo de detección de errores en el inicio del proceso de extrusión, el cual tiene la función de emitir una alerta por medio de una sirena antes que este proceso se convierta en un defectos, todo esto fue reforzado mediante capacitaciones para aumentar el conocimiento de los operarios en la realización de sus operaciones y el uso correcto de este dispositivo. Posteriormente se procedió a identificar la cantidad de errores o defectos que se presentan en las bolsas de polietileno causados por la falta de inspección en el inicio del proceso de extrusión.

Para la aplicación de la mejora en la empresa RMH PLAST se elaboró un cronograma de actividades empleando el programa Microsoft Excel 2013 (ver tabla 13), los cuales indican los procedimientos a tratar de acuerdo a un tiempo establecido.

Tabla 13. Cronograma de ejecución de propuesta de mejora

ACTIVIDADES	AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem
	1	2	3	4	5	6	7	8
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING								
Gestiones preliminares								
Solicitar el compromiso de la gerencia								
Reunión de sensibilización con el equipo de producción								
ESTANDARIZACIÓN								
Diseño del nuevo diagrama de recorrido								
Elaboración del DOP del proceso de producción mejorado								
Ordenar las zonas o áreas de trabajo								
Establecer tiempos estándares para las actividades								
Elaboración del DAP del proceso de producción mejorado								
APLICACIÓN DE POKA YOKE								
Determinar los defectos del proceso de fabricación								
Implementación del dispositivo de detección de errores								
Capacitar al personal de producción								
EVALUACIÓN DE LA MEJORA								
Identificación de la cantidad de bolsas defectuosas								

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo de la propuesta de mejora:

En esta fase del informe de investigación se procedió a explicar de manera detallada las actividades de la implementación de la propuesta de mejora, los cuales se presentan a continuación.

Etapa 1: Gestiones preliminares

Solicitar el compromiso de la gerencia:

El primer paso fue realizar una reunión con la gerencia de la empresa RMH PLAST, la cual se llevó a cabo el día lunes 02 de agosto del presente año, bajo la conformidad del sub gerente Sr. Eduardo G. Castro Quiroz; como resultado de este encuentro se logró conseguir el compromiso por parte de ella para apoyar con la implementación de herramientas Lean Manufacturing dentro de la empresa, tal como se puede observar a continuación. Para visualizar la carta de compromiso (ver anexo 12).



Figura 14. Compromiso de la gerencia.

Reunión de sensibilización con el equipo de producción:

Una vez obtenido el compromiso de la gerencia se procedió a realizar una reunión de sensibilización con el personal que labora en el área de producción de la empresa RMH PLAST, donde se dio a conocer la importancia de implementar herramientas Lean Manufacturing en la empresa y los beneficios que este genera como: la reducción de tiempos, reducción de costos de producción, reducción de inventarios, para ello se realizó una pequeña exposición de todo el desarrollo de la

implementación de estas herramientas, su definición, sus objetivos, el porqué de su aplicación y que problemas soluciona después de finalizar con la implementación, así mismo que los conocimientos y métodos nuevos de trabajo obtenidos se verían reflejados en la mejora de calidad del producto, además se presentó el cronograma de actividades para lograr un adecuado seguimiento y control de la realización de las tareas. Para visualizar el registro de asistencia (ver anexo 13).



Figura 15. Charla de sensibilización con el equipo de producción.

Etapa 2. Estandarización

Diseño del nuevo diagrama de recorrido:

En esta etapa se procedió a realizar un nuevo diseño del diagrama de recorrido, con el propósito de brindar una mayor descripción de las actividades involucradas en el proceso de fabricación de bolsas de polietileno. Así mismo la mejora fue la de eliminar aquellas actividades de transporte que no generaban valor, además de combinar ciertas actividades, teniendo un mejor orden en el área de producción.

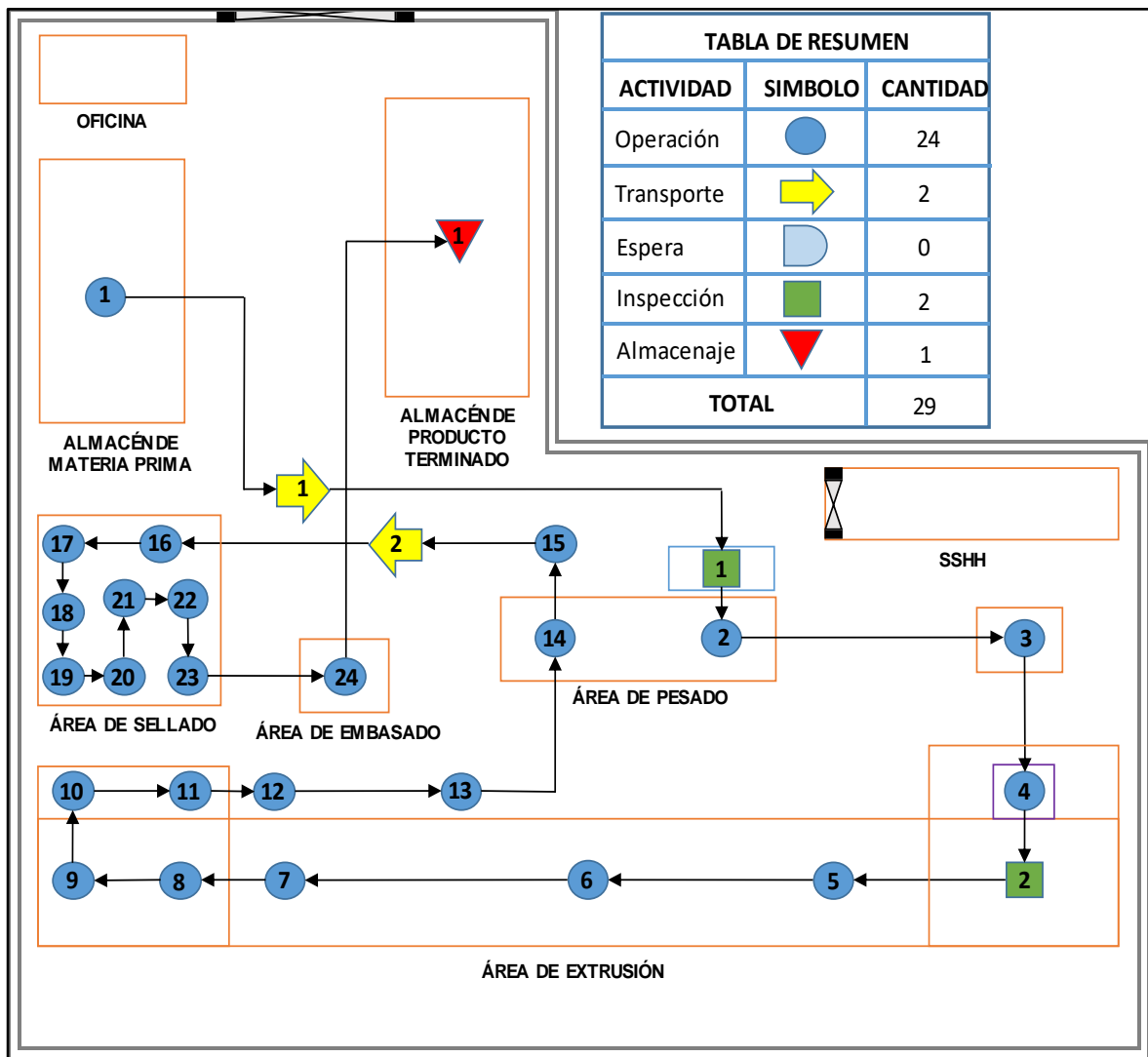


Figura 16. Diagrama de recorrido del proceso mejorado.

En la figura 16, se muestra el diagrama de recorrido del proceso de producción de la empresa RMH PLAST permitiendo mostrar la secuencia del flujo de los materiales del proceso de fabricación de bolsas de polietileno desde el inicio hasta el final, considerando todas las operaciones, transporte, espera, inspección y almacenaje, además permite observar la ubicación de las máquinas y las áreas de almacenaje tanto de materia como del producto terminado.

Elaboración del DOP del proceso de producción mejorado:

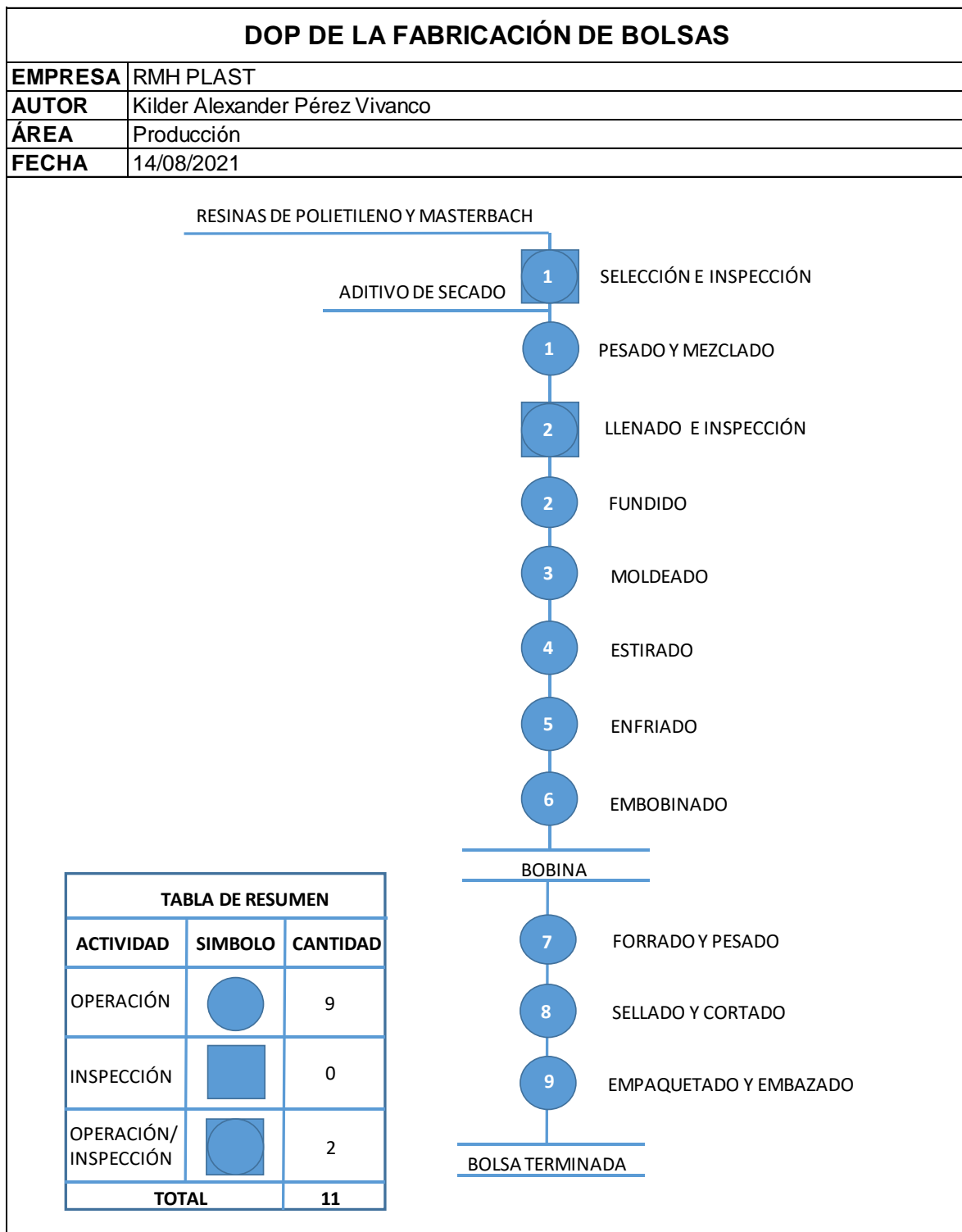


Figura 17. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de bolsas.

Ordenar las zonas o áreas de trabajo:

Una vez finalizado con el diagrama de recorrido, y la elaboración del DOP, se procedió a realizar jornadas de limpiezas para ordenar las zonas de trabajo del área de producción, tal como se muestra a continuación.



Figura 18. Ordenamiento de las zonas o áreas de trabajo.

Establecer tiempos estándares para las actividades:

En esta fase del proceso se procedió a establecer el tiempo máximo que el área de producción debe emplear para realizar cada una de sus actividades, para ello se realizó una medición de 12 muestras, en el cual se determinó el tiempo estándar haciendo uso de la tabla de factores Westinghouse (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) y los tiempos suplementarios como necesidades básicas personales y suplementos variables, tal como se muestra a continuación.

Tabla 14. Estandarización del área de producción de la empresa RMH PLAST

DATOS GENERALES											
INVESTIGADOR	Kilder Alexander Pérez Vivanco			JEFE DE ÁREA	Eduardo Castro Quiroz						
				ÁREA	Área de Producción						
DATOS DEL INDICADOR											
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO			FÓRMULA						
Estandarización	Observación-medición	Ficha de registro			Tiempo normal + Suplementos						
POS TEST											
ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (TO)	TABLA DE WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN (FV)	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS		TOTAL SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR
		H	E	CD	CS			SC	SV		
Selección de la materia prima	48.17	0.00	0.02	0.02	0.00	1.04	50.09	0.09	0.26	0.35	50.44
Transporte de la MP hacia el área de extrusión	16.08	0.00	0.05	0.02	0.00	1.07	17.21	0.09	0.24	0.33	17.54
Inspección o verificación de la materia prima	298.58	0.06	0.00	0.00	0.00	1.06	316.50	0.09	0.02	0.11	316.61
Transporte de la MP inspeccionada al área de pesado	9.75	0.00	0.05	0.02	0.03	1.10	10.73	0.09	0.15	0.24	10.97
Pesado de la materia prima mas los aditivos	59.75	0.06	0.05	0.00	0.03	1.14	68.12	0.09	0.19	0.28	68.40
Mezclado de la materia prima con los aditivos	19.33	0.06	0.02	0.00	0.03	1.11	21.46	0.09	0.17	0.26	21.72
Llenado de la mezcla en la tolva de la extrusora	4.78	0.03	0.02	0.00	0.03	1.08	5.16	0.09	0.15	0.24	5.40
Inspección del tablero de control	480.25	0.06	0.00	0.02	0.01	1.09	523.48	0.09	0.07	0.16	523.64
Colocar la tira de plastico hacia el rodillo jalador	59.34	0.03	0.02	0.00	0.00	1.05	62.31	0.09	0.02	0.11	62.42
Recorrido de la película a través de los polines de enfriamiento	90.03	0.00	0.00	0.02	0.04	1.06	95.43	0.09	0.02	0.11	95.54
Recorrido de la película a través del rodillo tratador (microperforación)	90.03	0.00	0.00	0.02	0.04	1.06	95.43	0.09	0.02	0.11	95.54
Prejalado de la película a través de los polines al embobinador	5.06	0.00	0.00	0.02	0.04	1.06	5.36	0.09	0.02	0.11	5.47
Colocación de tucos al eje embobinador	7.60	0.03	0.02	0.00	0.01	1.06	8.06	0.09	0.02	0.11	8.17
Programación de la cantidad requerida para la bobina	298.49	0.06	0.02	0.00	0.01	1.09	325.35	0.09	0.07	0.16	325.51
Retirar la bobina	31.36	0.03	0.05	0.00	0.01	1.09	34.18	0.09	0.26	0.35	34.53
Colocación de un nuevo tucos para la siguiente bobina	29.95	0.03	0.02	0.00	0.01	1.06	31.75	0.09	0.04	0.13	31.88
Forrado de la bobina	151.30	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	163.41	0.09	0.26	0.35	163.76
Pesado de la bobina	153.44	0.03	0.05	0.00	0.01	1.09	167.25	0.09	0.28	0.37	167.62
Registro de la bobina obtenida	60.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.01	60.60	0.09	0.04	0.13	60.73
Programación de las unidades de bolsas	100.55	0.06	0.02	0.00	0.00	1.08	108.59	0.09	0.07	0.16	108.75
Encendido de la maquina selladora	40.56	0.03	0.00	0.00	0.00	1.03	41.78	0.09	0.02	0.11	41.89
Programación de la cuchilla de sello	82.90	0.06	0.02	0.00	0.00	1.08	89.54	0.09	0.06	0.15	89.69
Programación de la medida de corte	74.83	0.06	0.02	0.00	0.00	1.08	80.82	0.09	0.06	0.15	80.97
Colocación de la bobina en la maquina selladora	11.18	0.00	0.02	0.00	0.01	1.03	11.51	0.09	0.26	0.35	11.86
Recorrido de la película hacia la cuchilla de sello de corte	50.03	0.00	0.00	0.02	0.03	1.05	52.53	0.09	0.02	0.11	52.64
Empaquetado (doblado, sellado, etiquetado)	121.89	0.03	0.02	0.00	0.01	1.06	129.20	0.09	0.07	0.16	129.36
Cortabilización de las bolsas producidas	116.00	0.03	0.02	0.00	0.01	1.06	122.96	0.09	0.07	0.16	123.12
Embazado del producto terminado	64.80	0.03	0.02	0.00	0.01	1.06	68.68	0.09	0.05	0.14	68.82
Almacenamiento de las bolsas terminadas	43.25	0.03	0.05	0.02	0.00	1.10	47.58	0.09	0.03	0.12	47.70
TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL											2820.66

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Estándar:

$$\text{índice de tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} + \text{Suplementos}$$

$$\text{índice de tiempo estándar} = 2815.04 + 5.62 = 2820.66$$

Como se puede observar en la tabla 14, el tiempo estándar para producir 25 kg de bolsas de polietileno es de 2820.66 segundos, es decir que como tiempo máximo se debe producir 25 kg de bolsas de polietileno en 47 minutos, dicho tiempo debe ser cumplido y respetado por los trabajadores.

Elaboración del DAP del proceso de producción mejorado:

En esta etapa se procedió a realizar un análisis del proceso de fabricación de bolsas de polietileno, para luego establecer los tiempo máximo en realizar cada actividad y empezar no solo a corregir sino también a estandarizar los procesos desde su inicio, es decir desde la selección de la materia prima hasta el almacenaje de las bolsas terminadas. A continuación se muestra el diagrama de análisis del proceso de fabricación de bolsas el cual consta de los siguientes pasos.

Tabla 15. Diagrama de análisis del proceso de fabricación de bolsas

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOLSAS							
EMPRESA	RMH PLAST	ACTIVIDAD			PROCESO		
OPERACIÓN ANALIZADA	Lean Manufacturing	Operación	Transporte	Espera	Inspección	Almacenamiento	
PROCESO	Fabricación de bolsas	N°	T(seg)				
MÉTODO	Pos-test	24	1904.21				
HOJA	1 de 1	2	28.50				
ÁREA	Producción	0	0.00				
FECHA	14/08/2021	2	840.24				
ELABORADO POR	Kilder Alexander Pérez Vivanco	1	47.70				
		Total	29	2820.66			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES					TIEMPO (seg)
		●	➡	⬇	■	▼	
1	Selección de la materia prima	●					50.44
2	Transporte de la MP hacia el área de extrusión		➡				17.54
3	Inspección o verificación de la materia prima			⬇			316.61
4	Transporte de la MP inspeccionada al área de pesado		➡				10.97
5	Pesado de la materia prima mas los aditivos	●					68.40
6	Mezclado de la materia prima con los aditivos	●					21.72
7	Llenado de la mezcla en la tolva de la extrusora	●					5.40
8	Inspeccion en el tablero de control			⬇			523.64
9	Colocar la tira de plastico hacia el rodillo jalador	●					62.42
10	Recorrido de la película a través de los polines de enfriamiento	●					95.54
11	Recorrido de la película a través del rodillo tratador (microperforación)	●					95.54
12	Prejalado de la película a través de los polines al embobinador	●					5.47
13	Colocación de tucos al eje embobinador	●					8.17
14	Programación de la cantidad requerida para la bobina	●					325.51
15	Retirar la bobina	●					34.53
16	Colocación de un nuevo tuco para la siguiente bobina	●					31.88
17	Forrado de la bobina	●					163.76
18	Pesado de la bobina	●					167.62
19	Registro de la bobina obtenida	●					60.73
20	Programación de las unidades de bolsas	●					108.75
21	Encendido de la maquina selladora	●					41.89
22	Programación de la cuchilla de sello	●					89.69
23	Programación de la medida de corte	●					80.97
24	Colocación de la bobina en la maquina selladora	●					11.86
25	Recorrido de la película hacia la cuchilla de sello de corte	●					52.64
26	Empaquetado (doblado, sellado, etiquetado)	●					129.36
27	Contabilización de las bolsas producidas	●					123.12
28	Embazado del producto terminado	●					68.82
29	Almacenamiento de la bolsas terminadas					●	47.70
TOTAL							2820.66

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, se muestra el proceso de fabricación de bolsas de polietileno del área de producción de la empresa RMH PLAST y los tiempos máximos para realizar cada etapa de dicho proceso, mediante este análisis se pudo determinar que solo se requiere de 29 operaciones y de 2820.66 segundos, es decir 47 minutos por cada 25 kg de bolsa de polietileno.

Etapa 3. Aplicación de Poka Yoke

Determinar los defectos del proceso de fabricación:

En esta etapa se identificaron aquellos defectos que se presentan frecuentemente durante el proceso de fabricación de las bolsas de polietileno causado por la falta o el agotamiento de la materia prima en el inicio del proceso de extrusión (en la tolva), debido a errores humanos por la falta de una constante inspección.

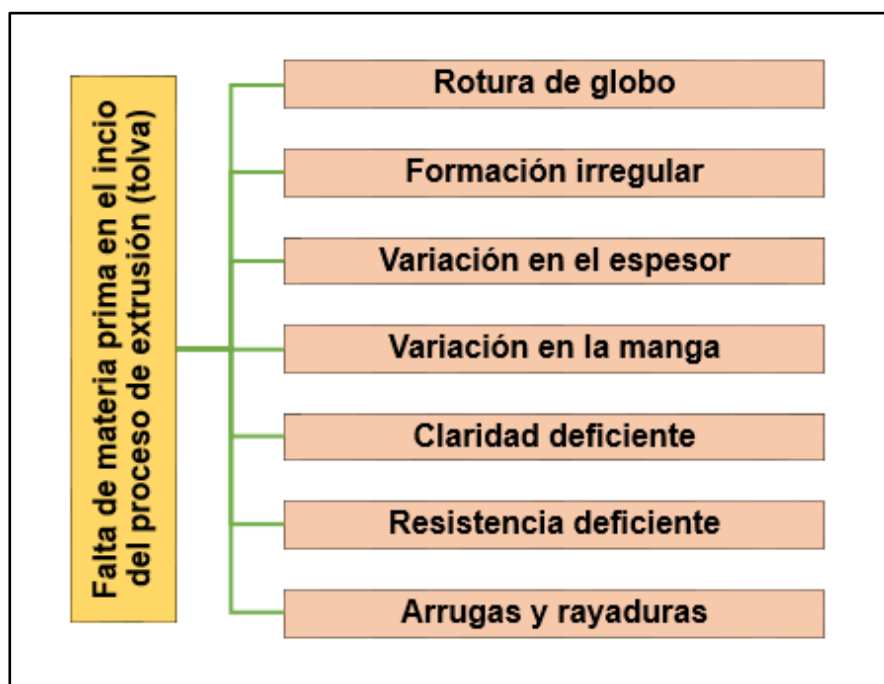


Figura 19. Defectos presentados en el proceso de fabricación.

En la figura 19, se muestra los defectos que se presentan durante el proceso de fabricación de bolsas de polietileno, las cuales son: rotura de globo, formación irregular del globo, variación en el espesor de la película, variación en la manga de la película, claridad deficiente (tono del color), resistencia deficiente, arrugas y rayas en la película. Una vez identificado todo ello se procedió a reducir o eliminar dichos defectos mediante un dispositivo Poka Yoke de advertencia.

Implementación del dispositivo de detección de errores:

Este dispositivo de predicción de errores ayudo a eliminar los defectos presentados en el inicio del proceso de extrusión, ya que este dispositivo detecta cualquier tipo de material sin necesidad de ejercer contacto directo, es decir que a cierta distancia aproximada del material a detectar este enviara una señal de corriente a un rele y de 24 v. para que permita conmutar el estado de dos lámparas señalizadoras, la de color verde se encenderá si la tolva contiene resinas de polietileno en los niveles apropiados. De censarse niveles de resina por debajo del establecido, el relay conmutara sus contactos para hacer que se apague la lámpara verde y encienda la roja previniendo así que el proceso de extrusión presente defectos los cuales terminan generando una gran cantidad de desperdicios, la lámpara señalizadora de color roja, tiene incorporado un zumbador (sirena) que no solo muestra una señal luminosa sino también una señal audible. Todo el sistema fue implementado en 24 VDC, para garantizar la seguridad del operario y no quedar expuesto a descargas eléctricas altas.

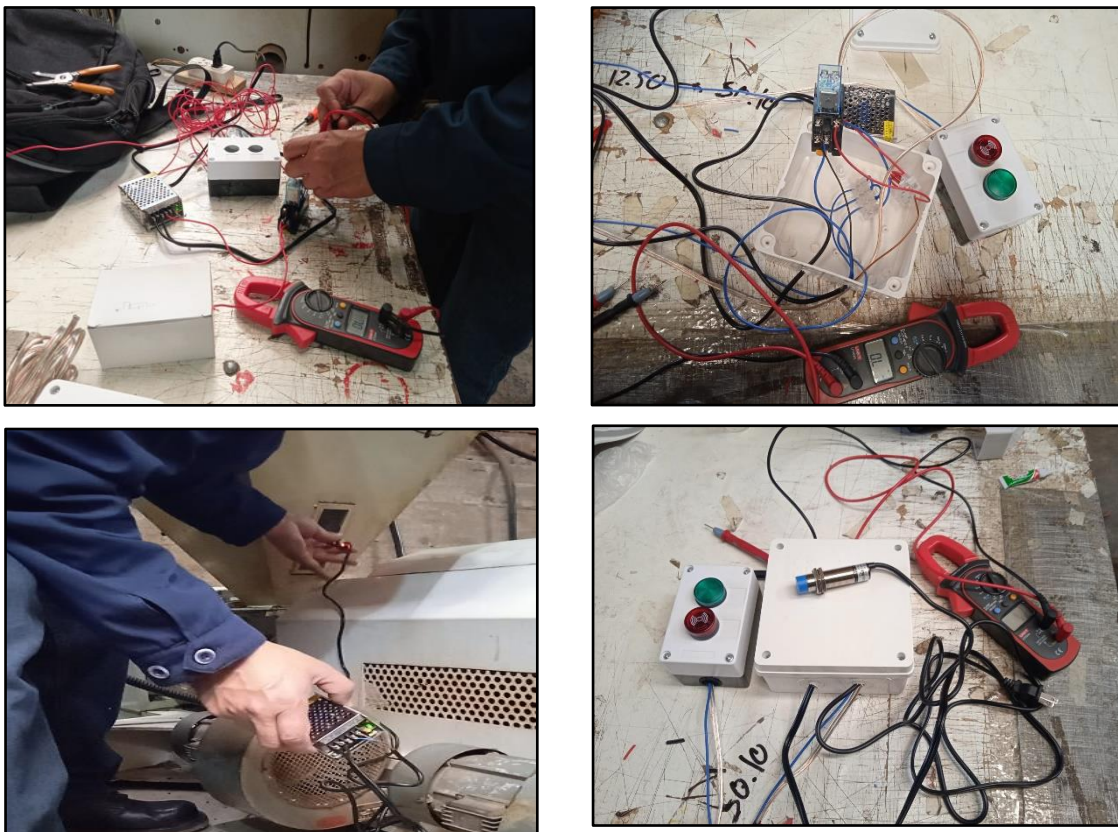


Figura 20. Verificación de los componentes e instalación del sistema.

Materiales:

Sensor de proximidad capacitivos

Realy c/base de 24 v

Fuente 24 VDC (corriente continua)

Lámparas señalizadoras



Figura 21. Componentes del sistema.

En este punto se muestra la lámpara roja encendida, indicando que la resina está por debajo del nivel establecido, además de ello se activa el zumbador (sirena) para alertar así al trabajador mediante una señal audible.



Figura 22. Señal emitida por la lámpara roja.

En este punto se muestra la lámpara verde encendida, indicando que el operario respondió a la alerta agregando la resina dentro de los niveles establecidos.



Figura 23. Señal emitida por la lámpara verde.

Capacitar al personal de producción:

Esta etapa se realizó con el objetivo de que cada integrante del equipo del área de producción tenga una información clara y precisa sobre la implementación del dispositivo de detección de errores en el inicio del proceso de extrusión, el cual tiene la función de emitir una alerta por medio de una señal visible y audible (sirena) antes que este proceso presente defectos, es por ello que todos los operarios del área de producción deben conocer su correcto funcionamiento y la finalidad por la que fue implementada, así reducir o eliminar estos defectos causado por errores humanos, debido a una incorrecta inspección en el inicio del proceso de extrusión. Para visualizar el registro asistencia (ver anexo 13).



Figura 24. Capacitación al personal de producción.

Etapa 4: Evaluación de la mejora

Identificación de la cantidad de bolsas defectuosas:

En esta etapa se procedió a identificar la cantidad de bolsas defectuosas que se presentan después de realizar la aplicación del dispositivo de detección de errores, de igual manera, después de haber realizado todas las capacitaciones respectivas al manejo y su control de este dispositivo en la producción diaria.

Tabla 16. Porcentaje de bolsas defectuosas en el área de producción

POS TEST			
DÍAS	CANTIDAD DE BOLSAS PRODUCIDAS (kg)	CANTIDAD DE BOLSAS CON DEFECTO (kg)	PORCENTAJE DE BOLSAS DEFECTUOSAS X 100%
1	798.23	201.77	25.28%
2	791.07	208.93	26.41%
3	792.12	207.88	26.24%
4	790.09	209.91	26.57%
5	796.67	203.33	25.52%
6	800.75	199.25	24.88%
7	788.61	211.39	26.80%
8	790.43	209.57	26.51%
9	786.63	213.37	27.12%
10	787.54	212.46	26.98%
11	794.84	205.16	25.81%
12	800.02	199.98	25.00%
13	794.04	205.96	25.94%
14	791.56	208.44	26.33%
15	783.64	216.36	27.61%
16	784.76	215.24	27.43%
17	796.56	203.44	25.54%
18	790.38	209.62	26.52%
19	794.88	205.12	25.80%
20	794.10	205.90	25.93%
21	797.93	202.07	25.32%
22	784.33	215.67	27.50%
23	809.34	190.67	23.56%
24	794.88	205.12	25.81%
25	800.97	199.03	24.85%
26	794.96	205.04	25.79%
27	792.82	207.19	26.13%
28	803.75	196.25	24.42%
29	799.18	200.82	25.13%
30	806.45	193.55	24.00%
TOTAL	794.38	205.62	25.88%

Fuente: Elaboración propia.

Poka Yoke:

$$\text{Porcentaje de bolsas defectuosas} = \frac{\text{Cantidad de bolsas con defecto}}{\text{Cantidad de bolsas producidas}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje de bolsas defectuosas} = \frac{205.62}{794.38} \times 100\% = 25.88\%$$

Como se puede observar en la tabla 16, el porcentaje de bolsas defectuosas después de desarrollar la implementación de herramientas Lean Manufacturing, disminuyó de 37.72% a 25.88%, es decir hubo una reducción del 45.74%.

Prueba post-test: Variable dependiente:

Se utilizó nuevamente la ficha de registro de datos de la variable dependiente después de realizar la implementación, en la que se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla 17. Ficha de registro de datos pos-test de la productividad

DATOS GENERALES			
INVESTIGADOR	Kilder Alexander Pérez Vivanco		JEFE DEL ÁREA
EMPRESA	RMH PLAST		ÁREA
			Eduardo Castro Quiroz Área de Producción

DATOS DEL INDICADOR			
INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FÓRMULA
EFICIENCIA	Observación-medición	Ficha de registro	Tiempo trabajado / Tiempo programado
EFICACIA	Observación-medición	Ficha de registro	Producción real / Producción esperada

PRE TEST								
DIAS	FECHA	TIEMPO PROGRAMADO (min)	TIEMPO TRABAJADO (min)	PRODUCCIÓN ESPERADA (kg)	PRODUCCIÓN REAL (kg)	EFICIENCIA x 100%	EFICACIA x 100%	PRODUCTIVIDAD x 100%
1	25/09/2021	2160	1732	1000.00	798.23	80.20%	79.82%	64.02%
2	26/09/2021	2160	1793	1000.00	791.07	82.99%	79.11%	65.65%
3	27/09/2021	2160	1806	1000.00	792.12	83.62%	79.21%	66.24%
4	28/09/2021	2160	1744	1000.00	790.09	80.74%	79.01%	63.79%
5	29/09/2021	2160	1861	1000.00	796.67	86.13%	79.67%	68.62%
6	30/09/2021	2160	1737	1000.00	800.75	80.42%	80.07%	64.39%
7	1/10/2021	2160	1857	1000.00	788.61	85.97%	78.86%	67.80%
8	2/10/2021	2160	1745	1000.00	790.43	80.79%	79.04%	63.86%
9	3/10/2021	2160	1826	1000.00	786.63	84.53%	78.66%	66.50%
10	4/10/2021	2160	1841	1000.00	787.54	85.23%	78.75%	67.12%
11	5/10/2021	2160	1831	1000.00	794.84	84.77%	79.48%	67.38%
12	6/10/2021	2160	1748	1000.00	800.02	80.91%	80.00%	64.73%
13	7/10/2021	2160	1827	1000.00	794.04	84.58%	79.40%	67.16%
14	8/10/2021	2160	1741	1000.00	791.56	80.59%	79.16%	63.79%
15	9/10/2021	2160	1821	1000.00	783.64	84.33%	78.36%	66.08%
16	10/10/2021	2160	1743	1000.00	784.76	80.67%	78.48%	63.31%
17	11/10/2021	2160	1835	1000.00	796.56	84.96%	79.66%	67.68%
18	12/10/2021	2160	1735	1000.00	790.38	80.31%	79.04%	63.48%
19	13/10/2021	2160	1854	1000.00	794.88	85.81%	79.49%	68.21%
20	14/10/2021	2160	1824	1000.00	794.10	84.47%	79.41%	67.08%
21	15/10/2021	2160	1750	1000.00	797.93	81.01%	79.79%	64.64%
22	16/10/2021	2160	1734	1000.00	784.33	80.28%	78.43%	62.97%
23	17/10/2021	2160	1835	1000.00	809.34	84.96%	80.93%	68.76%
24	18/10/2021	2160	1751	1000.00	794.88	81.07%	79.49%	64.44%
25	19/10/2021	2160	1825	1000.00	800.97	84.48%	80.10%	67.66%
26	20/10/2021	2160	1755	1000.00	794.96	81.23%	79.50%	64.58%
27	21/10/2021	2160	1764	1000.00	792.82	81.69%	79.28%	64.76%
28	22/10/2021	2160	1816	1000.00	803.75	84.05%	80.38%	67.56%
29	23/10/2021	2160	1766	1000.00	799.18	81.77%	79.92%	65.35%
30	24/10/2021	2160	1739	1000.00	806.45	80.53%	80.64%	64.94%
TOTAL PROMEDIO		2160	1788	1000.00	794.38	82.77%	79.44%	65.75%

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la productividad después de la implementación de herramientas Lean Manufacturing se emplearon las siguientes fórmulas de eficiencia y eficacia respectivamente:

Eficiencia:

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left(\frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} \right) * 100\%$$

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left(\frac{1778}{2160} \right) * 100\% = 82.77\%$$

Eficacia:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} \right) * 100\%$$

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left(\frac{794.38}{1000} \right) * 100\% = 79.44\%$$

Productividad:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

$$\text{Productividad} = 82.77\% * 79.44\% = 65.75\%$$

Como se puede observar en la tabla 17, luego del cálculo respectivo, se pudo determinar que con la implementación de herramientas Lean Manufacturing la empresa presenta un 82.77% de eficiencia y un 79.44% en eficacia, es decir el área de producción presenta un 65.75% de productividad, esta situación es favorable para la empresa debido al incremento de su productividad.

Comparación Pre-test y Post-test:

Seguidamente se presenta la comparación de los resultados tanto del pre-test y post-test de la eficiencia, eficacia y productividad.

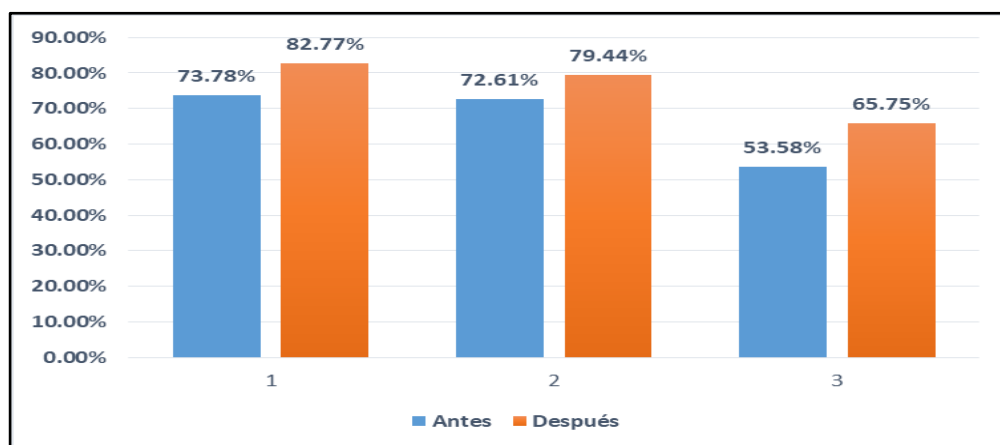


Figura 25. Productividad antes y después de la implementación.

Incremento de la eficacia, eficiencia y productividad

Eficiencia:

$$\% \text{ de Mejora} = \frac{0.8277 - 0.7378}{0.7378} * 100\% = 12.18\%$$

Eficacia:

$$\% \text{ de Mejora} = \frac{0.7944 - 0.7261}{0.7261} * 100\% = 9.41\%$$

Productividad:

$$\% \text{ de Mejora} = \frac{0.6575 - 0.5358}{0.5358} * 100\% = 22.71 \%$$

Podemos notar en la figura 24, la eficiencia, eficacia, y productividad después de la implementación de herramientas Lean Manufacturing, se determina que la productividad en el área de producción obtuvo una mejora del 22.71%.

Análisis económico y financiero:

Presupuesto de la implementación de la propuesta de mejora

A continuación se muestra el presupuesto de la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa RMH PLAST, el cual se llevó a cabo en un periodo de 2 meses.

Tabla 18. Costos de recursos humanos

COSTOS RECURSOS HUMANOS					
Clasificador	Descripción general	Descripción detallada	Cantidad	Unidad de medida	Costo
2.1.1 8	Personal Obrero	Jefe de producción	1	S/.	S/ 4,400.00
2.1.1 8	Personal Obrero	Operario de producción	1	S/.	S/ 3,000.00
2.1.1 8	Personal Obrero	Ayudante de producción	1	S/.	S/ 2,000.00
2.1.1 1.1	Personal administrativo	Asistente administrativo	1	S/.	S/ 2,400.00
TOTAL				S/.	S/11,800.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Costos de materiales y herramientas

COSTOS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS					
Clasificador	Descripción general	Descripción detallada	Cantidad	Unidad de medida	Costo
2.3.1 5.1 2	Palería en general, útiles y materiales de oficina	Materiales de oficina	1	S/.	S/ 120.00
2.3.1 9.1 1	Libros, textos y otros materiales impresos	Manual	1	S/.	S/ 150.00
2.3.1 2.1 1	Vestuario, accesorios y prendas diversas	Uniforme	3	S/.	S/ 158.70
2.3.1 5. 3 1	Útiles de limpieza y aseo	Árticulos de limpieza	1	S/.	S/ 160.00
2.3.2 2.2 3	Materiales y útiles de seguridad	Equipos de protección personal	3	S/.	S/ 88.14
2.6.3 2.9 5	Equipos e instrumentos de medición	Sensor	1	S/.	S/ 500.00
2.3.1 2.1 3	Calzado	Botas	3	S/.	S/ 98.70
TOTAL				S/.	S/1,275.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Costos de servicios

COSTOS DE SERVICIOS					
Clasificador	Descripción general	Descripción detallada	Cantidad	Unidad de medida	Costo
2.3.2 2. 2 3	Servicio de internet	Internet	2	S/.	S/345.00
2.3.2 2.1 1	Servicio de suministro de energía eléctrica	Luz	1	S/.	S/308.60
TOTAL				S/.	S/653.60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Presupuesto de la implementación de la propuesta

Ítem	Descripción	Costo
N°1	Recursos Humanos	S/11,800.00
N°3	Materiales y herramientas	S/1,275.54
N°4	Servicios	S/653.60
TOTAL		S/13,729.14

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de esta investigación fue financiada en su totalidad por la empresa RMH PLAST, teniendo como cálculo total la suma de trece mil setecientos veintinueve con 14/100 soles.

Costos generados antes de la propuesta de mejora:

Tabla 22. Costos antes de la propuesta de mejora

	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Costos directos				
Mano de obra directa				S/ 4,700.00
Jefe de producción	1	Sueldo	S/ 2,200.00	S/ 2,200.00
Operario de producción	1	Sueldo	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Ayudante de producción	1	Sueldo	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
Costos indirectos				
Materiales indirectos				S/ 118.70
Hojas bond	2	Paquete	S/ 13.90	S/ 27.80
Lapiceros	4	Unidad	S/ 1.50	S/ 6.00
Plumones	6	Unidad	S/ 1.90	S/ 11.40
Cintas de embalaje	15	Unidad	S/ 2.90	S/ 43.50
Tijeras	2	Unidad	S/ 1.90	S/ 3.80
Bolsas plasticas	6	Paquete	S/ 1.20	S/ 7.20
Tucos de carton	5	paquete	S/ 3.80	S/ 19.00
Mano de obra indirecta				S/ 3,060.00
Asistente administrativo	1	Sueldo	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Personal de almacén	1	Sueldo	S/ 930.00	S/ 930.00
Personal de limpieza	1	Sueldo	S/ 930.00	S/ 930.00
Otros costos indirectos				S/ 2,920.00
Luz	1	Servicio	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00
Agua	1	Servicio	S/ 120.00	S/ 120.00
Internet	1	Servicio	S/ 100.00	S/ 100.00
TOTAL				S/ 10,798.70

Fuente: Elaboración propia.

Costos generados después de la aplicación de la propuesta de mejora:

Tabla 23. Costos después de la propuesta de mejora

	Cantidad	Unidad de medida	Precio Unitario	Total
Costos directos				
Mano de obra directa				S/ 4,000.00
Operario de producción	1	Sueldo	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Operario de producción	1	Sueldo	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Ayudante de producción	1	Sueldo	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
Costos indirectos				
Materiales indirectos				S/ 118.70
Hojas bond	2	Paquete	S/ 13.90	S/ 27.80
Lapiceros	4	Unidad	S/ 1.50	S/ 6.00
Plumones	6	Unidad	S/ 1.90	S/ 11.40
Cintas de embalaje	15	Unidad	S/ 2.90	S/ 43.50
Tijeras	2	Unidad	S/ 1.90	S/ 3.80
Bolsas plasticas	6	Paquete	S/ 1.20	S/ 7.20
Tucos de carton	5	paquete	S/ 3.80	S/ 19.00
Mano de obra indirecta				S/ 1,200.00
Asistente administrativo	1	Sueldo	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Otros costos indirectos				S/ 2,920.00
Luz	1	Servicio	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00
Agua	1	Servicio	S/ 120.00	S/ 120.00
Internet	1	Servicio	S/ 100.00	S/ 100.00
TOTAL				S/ 8,238.70

Fuente: Elaboración propia.

Con las tablas mostradas anteriormente, se realizó una comparación de los costos antes y después de realizar la implementación de herramientas de Lean Manufacturing se lograron reducir los costos en 2,560.00 soles.

Cálculo del valor actual neto (VAN):

El VAN es el valor económico que un proyecto genera para así poder determinar cual es la mejor alternativa de inversión (Valencia, 2011, pp.15-16), es decir se utiliza para estimar la cantidad de dinero que se ganará o perderá al realizar una inversión en un determinado periodo.

VAN > 0: Que el proyecto generará beneficios

VAN = 0: Que el proyecto no generará beneficios ni pérdidas

VAN < 0: Que el proyecto generará pérdidas, debe ser rechazado

Tabla 24. Valor actual neto

Meses	Inversión	Costos antes	Costos después	Flujo neto
0	-S/13,729.14			
1		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
2		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
3		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
4		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
5		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
6		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
7		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
8		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
9		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
10		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
11		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
12		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/2,560.00
VAN				S/3,713.91

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 24, se observa el valor actual neto que es de 3,713.91 soles, lo que significa que este estudio generará beneficios para la empresa, la proyección para el mes 1 muestra un valor monetario menor a la inversión, de modo que en el primer y segundo mes aún no podemos contemplar el costo beneficio. Por ese motivo se procede a evaluar el estudio en un periodo de 12 meses para lograr tener un beneficio costo y que no existan pérdidas. Asimismo la tasa de interés está siendo evaluada en 10%, ya que es la tasa de interés que maneja su entidad de crédito.

Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR):

El (TIR), es la tasa de interés que ofrece un proyecto a través de una inversión. Es decir, que muestra el porcentaje de beneficio o pérdida que genera una inversión (Mete, 2014, p.71).

Tabla 25. Tasa interna de retorno

Meses	Inversión	Costos antes	Costos después	Flujo neto
0	-S/13,729.14			-S/13,729.14
1		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
2		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
3		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
4		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
5		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
6		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
7		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
8		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
9		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
10		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
11		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
12		S/ 10,798.70	S/8,238.70	S/ 2,560.00
TIR				15%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se puede observar que con el cálculo respectivo se pudo determinar que el valor de la TIR es 15%, este es el porcentaje con el que el VAN es igual a 0, y al realizar una comparación con la tasa actual se puede contrastar que la TIR es mayor, lo que significa que la realización de esta Implementación es rentable.

Tabla 26. Cuadro resumen

Inversión	S/13,729.14
Tasa actual	10%
VAN	S/ 3,713.91
TIR (En 12 meses)	15%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 26, se observa la inversión que se realizó en la aplicación de la propuesta de mejora, la tasa de interés actual, el VAN y TIR, los cuales son criterios indispensables para determinar qué tan rentable es el estudio realizado.

Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (PRI):

El (PRI), se define como el tiempo preciso que tarda una empresa en recuperar su inversión inicial en un proyecto. Esto quiere decir, que se determinará en qué periodo se recupera el monto total de la inversión (Canales, 2015, p.103).

Tabla 27. Periodo de recuperación de la inversión

Meses	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo Acumulado
0	S/ 13,729.14	
1	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00
2	S/ 2,560.00	S/ 5,120.00
3	S/ 2,560.00	S/ 7,680.00
4	S/ 2,560.00	S/ 10,240.00
5	S/ 2,560.00	S/ 12,800.00
6	S/ 2,560.00	S/ 15,360.00
7	S/ 2,560.00	S/ 17,920.00
8	S/ 2,560.00	S/ 20,480.00
9	S/ 2,560.00	S/ 23,040.00
10	S/ 2,560.00	S/ 25,600.00
11	S/ 2,560.00	S/ 28,160.00
12	S/ 2,560.00	S/ 30,720.00
Total	S/ 30,720.00	

PRI	5.36	Meses
------------	-------------	--------------

Fuente: Elaboración propia.

$$PRI = a + \left(\frac{I_0 - b}{F_t} \right)$$

Donde:

a: Año inmediato anterior a la recuperación de la inversión

I₀: Inversión inicial

b: Flujo de efectivo acumulado de periodos anteriores

F_t: Flujo neto de efectivo del año en el que se satisface la inversión

$$PRI = 5 + \left(\frac{13,729.14 - 12,800.00}{2,560.00} \right) = 5.36 \text{ meses}$$

La tabla 27, muestra que mediante este indicador se pudo determinar que en 5.36 meses se recupera el valor total de la inversión. A continuación se procede a evaluar la relación beneficio costo.

Tabla 28. Datos para la evaluación de beneficio costo

Meses	Inversión	Costos antes	Costos después	Flujo neto
0	-S/13,729.14			-S/13,729.14
1		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
2		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
3		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
4		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
5		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
6		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
7		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
8		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
9		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
10		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
11		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
12		S/ 10,798.70	S/ 8,238.70	S/ 2,560.00
		S/73,579.01	S/56,135.96	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Evaluación de beneficio costo

VAN(costos antes)	S/73,579.01
VAN(costos después)	S/56,135.96
VAN(Costos después)+Inversión	S/69,865.10
B/C	1.05

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN(\text{Costos antes})}{VAN(\text{Costos después} + \text{Inversión})} = \frac{73,579.01}{69,865.10} = 1.05$$

En la tabla 29, se puede observar que la evaluación del costo beneficio en un periodo de 12 meses dio un resultado de 1.05, dicho resultado es aceptable, ya que el valor del coste beneficio es mayor a uno, es decir la implementación de este estudio va a generar ingresos. Por lo tanto se puede asegurar que con cada unidad monetaria que se invierta se obtendrá una ganancia de 0.05.

Tabla 30. Flujo de caja

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial	S/ 13,729.14												
Costos de recursos humanos	S/ 11,800.00												
Costos de materiales	S/ 1,275.54												
Costos de servicios	S/ 653.60												
Costos antes de la propuesta		S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70	S/10,798.70
Costos directos		S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00	S/ 4,700.00
Costos indirectos		S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70	S/ 6,098.70
Costos después de la propuesta		S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70	S/ 8,238.70
Costos directos		S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00
Costos indirectos		S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70	S/ 4,238.70
Flujo neto	-S/ 13,729.14	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00	S/ 2,560.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30, podemos observar la inversión inicial realizada de S/ 13, 729.14 para la implementación de este proyecto, así mismo los costos directos e indirectos antes y después de la propuesta de mejora, en un periodo determinado de 12 meses.

3.6 Método de análisis de datos

Rendón (2016), menciona que consiste en la ejecución de diversas operaciones a los que los datos serán sometidos para ser analizados e interpretados, a fin de alcanzar los objetivos de la investigación (p.3).

Para el presente estudio se realizará el análisis de datos en dos niveles, tanto en el nivel descriptivo como inferencial de los resultados alcanzados antes y después de la ejecución de la propuesta de mejora de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Análisis Descriptivo:

Según Soto y Gonzáles (2019), este tipo de análisis emplea técnicas y procedimientos que permiten organizar, describir, presentar y analizar datos con el propósito de obtener sus características, dicho análisis se apoya en herramientas de medida de tendencia central como la media, moda, mediana, en medidas de dispersión como la varianza y la desviación típica y en medidas de forma como el coeficiente de Pearson (p.9).

En esta investigación se realizó un análisis descriptivo de los datos mediante la utilización de tabla, cuadros y gráficos el cual permitió obtener los resultados antes y después de la ejecución de la propuesta de mejora de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021. Analizando y describiendo las particularidades de la población de estudio, para ello se emplea el programa IBM SPSS.

Análisis Inferencial:

Para Mendoza (2017), el análisis inferencial analiza información a partir de la muestra extraída para así inferir lo que sucede en la población de estudio, no se limita solo en describir aquellas pruebas realizadas desde una muestra, sino deduce conclusiones generales, permitiendo pronosticar los comportamientos de algunos fenómenos. Está sostenida en la probabilidad y la estadística descriptiva,

siendo su principal objetivo la contratación de las hipótesis (p.23).

Con la finalidad de poder probar las hipótesis del estudio de investigación se empleó el software estadístico IBM SPSS, ya que mediante dicha herramienta se realizó los cálculos correspondientes y conforme al resultado se determinó si aceptamos o rechazamos la hipótesis.

3.7 Aspectos éticos

Esta tesis se desarrolló acorde a los criterios de investigación establecidos en la Resolución N° 0262-2020/UCV de ética en investigación de la Universidad César Vallejo, el cual promueve la integridad científica de la investigación, la responsabilidad y honestidad, la garantía del cumplimiento de los estándares científicos y asegurar la máxima precisión del conocimiento científico, además de velar por la protección y derechos de los participantes. Así mismo, los datos recopilados para este informe de investigación fueron extraídos con el respectivo permiso de la empresa RMH PLAST manteniendo la confidencialidad de la información (ver el anexo 9). Por otro lado, el artículo 15 del código de ética de investigación, indica la política anti plagio, el cual explicó que el plagio es un delito donde se hacer pasar una investigación ajena como propia, esto es suficiente razón para que la investigación cuenten obligatoriamente con un reporte del software turnitin, donde quedó en evidencia el porcentaje de similitud frente a otros trabajos realizados (ver el anexo 16). Por último, esta investigación consideró los derechos de autor colocando las fuentes bibliográficas respectivas de donde fueron citados según la norma ISO 690 y 690-2 para la obtención de toda la información necesaria durante el proceso de investigación.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Análisis descriptivo de la productividad:

En esta investigación se realizó un análisis descriptivo a los resultados alcanzados antes y después de la implementación de la propuesta de mejora.

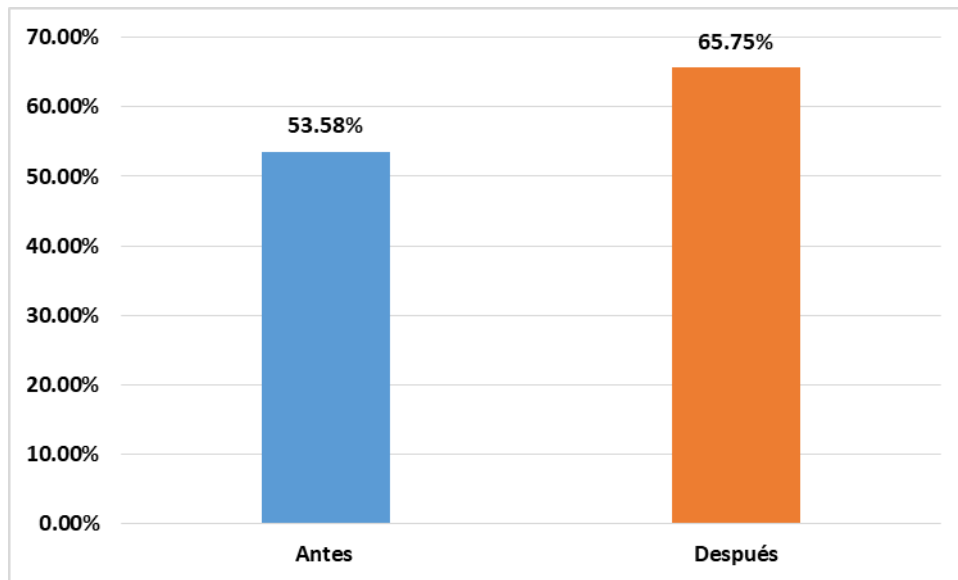


Figura 26. Productividad antes y después de la implementación.

En la figura 26, se puede observar que luego de la aplicación de la propuesta de mejora aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa RMH PLAST, se logró mejorar el promedio de la productividad de 53.58% a 65.75%. Por lo tanto, hubo un incremento del 22.71%.

Tabla 31. Resultados estadísticos de la productividad Pre-test y Pos-test

		Estadístico	Desv. Error	
Productividad Pre Test	Media	53,5847	,69548	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	52,1622	
		Límite superior	55,0071	
	Media recortada al 5%	53,3098		
	Mediana	53,3350		
	Varianza	14,511		
	Desv. Desviación	3,80931		
	Mínimo	48,33		
	Máximo	64,96		
	Rango	16,63		
	Rango intercuartil	4,56		
	Asimetría	1,056	,427	
	Curtosis	1,497	,833	
	Productividad Post Test	Media	65,7517	,32074
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	65,0957	
		Límite superior	66,4076	
Media recortada al 5%		65,7354		
Mediana		65,5000		
Varianza		3,086		
Desv. Desviación		1,75675		
Mínimo		62,97		
Máximo		68,76		
Rango		5,79		
Rango intercuartil		3,13		
Asimetría		,147	,427	
Curtosis		-1,354	,833	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 31, demuestra que hubo un incremento en la media de la productividad pre-test y post-test de 53.58% a 65.75%. Es decir, se logró incrementar la productividad en 22.71%. En relación al intervalo de confianza tanto para el pre-test como para el post-test fueron de 52.16 a 65.09 respectivamente. Así mismo la desviación estándar antes fue 3.80 y posteriormente fue de 1.75.

Análisis descriptivo de la eficiencia:

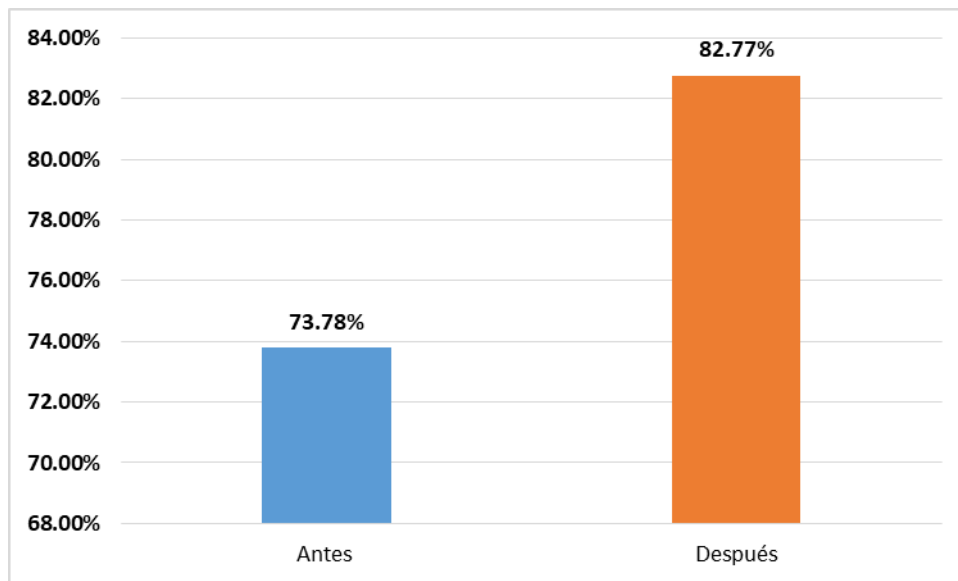


Figura 27. Eficiencia antes y después de la implementación.

En la figura 27, se puede observar que luego de la aplicación de la propuesta de mejora aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa RMH PLAST, se logró mejorar el promedio de la eficiencia de 73.78% a 82.77%. Por lo tanto, hubo un incremento del 12.18%.

Tabla 32. Resultados estadísticos de la eficiencia Pre-test y Pos-test

		Estadístico	Desv. Error	
Eficiencia Pre Test	Media	73,7833	,88677	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	71,9697	
		Límite superior	75,5970	
	Media recortada al 5%	73,2857		
	Mediana	72,9750		
	Varianza	23,591		
	Desv. Desviación	4,85701		
	Mínimo	68,11		
	Máximo	91,30		
	Rango	23,19		
	Rango intercuartil	4,10		
	Asimetría	1,893	,427	
	Curtosis	4,931	,833	
	Eficiencia Post Test	Media	82,7697	,38362
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	81,9851	
		Límite superior	83,5543	
Media recortada al 5%		82,7272		
Mediana		82,3800		
Varianza		4,415		
Desv. Desviación		2,10116		
Mínimo		80,20		
Máximo		86,13		
Rango		5,93		
Rango intercuartil		3,91		
Asimetría		,162	,427	
Curtosis		-1,706	,833	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 32, demuestra que hubo un incremento en la media de la eficiencia pre-test y post-test de 73.78% a 82.77%. Es decir, la eficiencia incrementó en un 12.18%. Referente al intervalo de confianza tanto para el pre-test como para el post-test fueron de 71.96 a 81.98 respectivamente. Por otra parte la desviación estándar antes fue 4.85 y posteriormente fue de 2.10.

Análisis descriptivo de la eficacia:

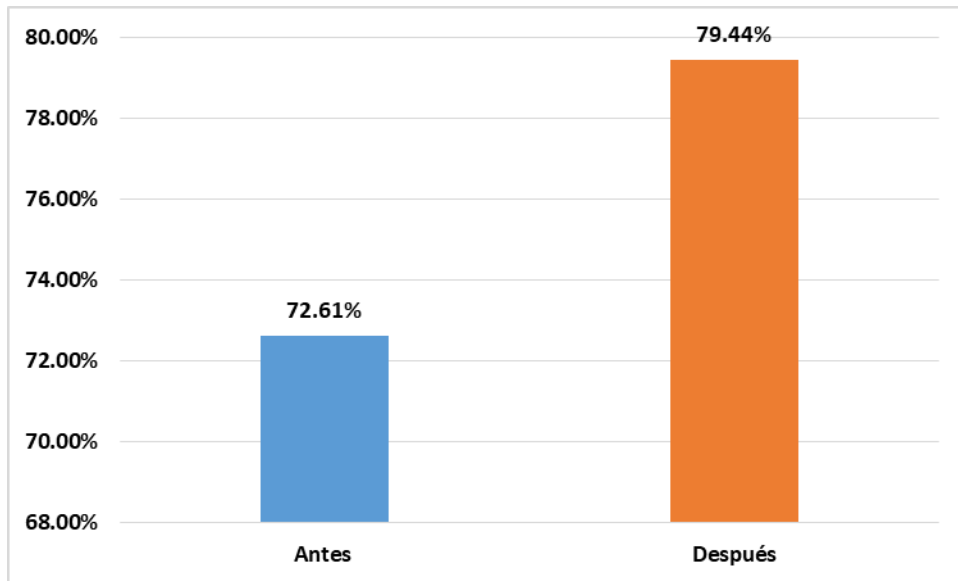


Figura 28. Eficacia antes y después de la implementación.

En la figura 28, se puede observar que luego de la aplicación de la propuesta de mejora aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa RMH PLAST, se logró mejorar el promedio de la eficacia de 72.61% a 79.44%. Por lo tanto, hubo un incremento del 9.41%.

Tabla 33. Resultados estadísticos de la eficacia Pre-test y Pos-test

		Estadístico	Desv. Error	
Eficacia Pre Test	Media	72,6133	,28580	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	72,0288	
		Límite superior	73,1979	
	Media recortada al 5%	72,6739		
	Mediana	73,0650		
	Varianza	2,450		
	Desv. Desviación	1,56539		
	Mínimo	69,40		
	Máximo	74,66		
	Rango	5,26		
	Rango intercuartil	2,73		
	Asimetría	-,555	,427	
	Curtosis	-,871	,833	
Eficacia Post Test	Media	79,4380	,11547	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	79,2018	
		Límite superior	79,6742	
	Media recortada al 5%	79,4191		
	Mediana	79,4450		
	Varianza	,400		
	Desv. Desviación	,63247		
	Mínimo	78,36		
	Máximo	80,93		
	Rango	2,57		
	Rango intercuartil	,81		
	Asimetría	,354	,427	
	Curtosis	-,048	,833	

Fuente: Reporte de SPSS 25.

La tabla 33, demuestra que hubo un incremento en la media de la eficacia pre-test y pos-test de 72.61% a 79.44%. De modo que la eficacia mejoró en un 9.41%. Referente al intervalo de confianza tanto para el pre-test como para el post-test fueron de 72.08 a 79.20 respectivamente. Además la desviación estándar antes fue 1.56 y posteriormente fue de 0.63.

Análisis inferencial

En este punto se ejecutó la contratación de las hipótesis con el fin validar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula.

Prueba de normalidad:

La finalidad de la prueba de normalidad fue determinar si la muestra presenta o no una distribución normal, teniendo en cuenta el siguiente criterio:

$n > 30$: *Kolmogorov Smirnov*

$n \leq 30$: *Shapiro Wilk*

Análisis de la hipótesis general:

Ha: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

La contrastación de la hipótesis general, se realizó con el objetivo de determinar si los datos de la productividad pre-test y pos-test de la implementación de la propuesta de mejora demuestran un comportamiento paramétrico o no paramétrico, haciendo uso de un total de 30 datos, de modo que el análisis de normalidad se efectuó mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

La regla de decisión a seguir fue la siguiente:

Si sig. \leq 0.05: Los datos no provienen de una distribución normal

Si sig. $>$ 0.05: Los datos provienen de una distribución normal

Tabla 34. Prueba de normalidad de la productividad Pre-test y Pos-test

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Pre Test	,928	30	,045
Productividad Post Test	,935	30	,069

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 25.

En la tabla 34, se puede observar que los valores de la significancia de la productividad pre-test es menor a 0.05 y en el post-test es mayor a 0.05, entonces los datos de la muestra no tienen una distribución normal y por lo tanto muestran un comportamiento no paramétrico. Por consiguiente para conocer si la productividad ha mejorado se aplicó el análisis utilizando el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general:

H₀: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing no mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

H_a: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Regla de decisión:

$$H_0 : \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$H_a : \mu Pa < \mu Pd$$

Tabla 35. Productividad prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Productividad Post Test –	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
Productividad Pre Test	Rangos positivos	30 ^b	15,50	465,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Productividad Post Test < Productividad Pre Test

b. Productividad Post Test > Productividad Pre Test

c. Productividad Post Test = Productividad Pre Test

Fuente: Reporte de SPSS 25.

En la tabla 35, se evidencia que los rangos positivos de la productividad son mayores que los rangos negativos, por lo cual rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, por lo tanto, se pudo demostrar que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Con la finalidad de confirmar que el análisis mostrado fue correcto, se procedió a realizar el análisis más detallado mediante el ρ valor o significancia de resultados de la aplicación del estadígrafo Wilcoxon a la productividad pre-test y post-test.

Si sig. \leq 0.05: Se rechaza la hipótesis nula

Si sig. $>$ 0.05: Se acepta la hipótesis nula

Tabla 36. Estadísticos de contraste con Wilcoxon

	Productividad Post Test - Productividad Pre Test
Z	-4,782 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Reporte de SPSS 25.

La tabla 36, demuestra la significancia de la prueba Wilcoxon, el cual es $\rho = 0.000 \leq 0.05$, por esa razón de acuerdo a la regla de decisión se procedió a rechazar la hipótesis nula y se aceptó que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Análisis de la hipótesis específica: Eficiencia

Ha: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

La contrastación de la hipótesis específica, se realizó con el objetivo de determinar si los datos de la eficiencia pre-test y pos-test de la implementación de la propuesta de mejora demuestran un comportamiento paramétrico o no paramétrico, haciendo uso de un total de 30 datos, de modo que el análisis de normalidad se efectuó mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

La regla de decisión a seguir fue la siguiente:

Si sig. \leq 0.05: Los datos no provienen de una distribución normal

Si sig. $>$ 0.05: Los datos provienen de una distribución normal

Tabla 37. Prueba de normalidad de la eficiencia Pre-test y Pos-test

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Pre Test	,832	30	,000
Eficiencia Post Test	,860	30	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 25.

En la tabla 37, se puede observar que los valores de la significancia de la eficiencia tanto en el pre-test como en el post-test son menores a 0.05, entonces los datos de la muestra no tienen una distribución normal y por lo tanto muestran un comportamiento no paramétrico. Por consiguiente para conocer si la eficiencia ha mejorado se aplicó el análisis utilizando el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica: Eficiencia

H₀: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing no mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

H_a: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Regla de decisión:

$$H_0 : \mu Ea \geq \mu Ed$$

$$H_a : \mu Ea < \mu Ed$$

Tabla 38. Eficiencia prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia Post Test -	Rangos negativos	1 ^a	12,00	12,00
Eficiencia Pre Test	Rangos positivos	29 ^b	15,62	453,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Eficiencia Post Test < Eficiencia Pre Test

b. Eficiencia Post Test > Eficiencia Pre Test

c. Eficiencia Post Test = Eficiencia Pre Test

Fuente: Reporte de SPSS 25.

En la tabla 38, se evidencia que los rangos positivos de la eficiencia son mayores que los rangos negativos, por lo cual rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, por lo tanto, se pudo demostrar que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Con la finalidad de confirmar que el análisis mostrado fue correcto, se procedió a realizar el análisis más detallado mediante el p valor o significancia de resultados de la aplicación del estadígrafo Wilcoxon a la eficiencia pre-test y post-test.

Si sig. \leq 0.05: Se rechaza la hipótesis nula

Si sig. $>$ 0.05: Se acepta la hipótesis nula

Tabla 39. Estadísticos de contraste con Wilcoxon

	Eficiencia Post Test - Eficiencia Pre Test
Z	-4,547 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Reporte de SPSS 25.

La tabla 39, demuestra la significancia de la prueba Wilcoxon, el cual es $\rho = 0.000 \leq 0.05$, por esa razón de acuerdo a la regla de decisión se procedió a rechazar la hipótesis nula y se aceptó que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Análisis de la hipótesis específica: Eficacia

Ha: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

La contrastación de la hipótesis específica, se realizó con el objetivo de determinar si los datos de la eficacia pre-test y pos-test de la implementación de la propuesta de mejora demuestran un comportamiento paramétrico o no paramétrico, haciendo uso de un total de 30 datos, de modo que el análisis de normalidad se efectuó mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

La regla de decisión a seguir fue la siguiente:

Si sig. \leq 0.05: Los datos no provienen de una distribución normal

Si sig. $>$ 0.05: Los datos provienen de una distribución normal

Tabla 40. Prueba de normalidad de la eficacia Pre-test y Pos-test

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Pre Test	,923	30	,031
Eficacia Post Test	,981	30	,848

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 25.

En la tabla 40, se puede observar que los valores de la significancia de la eficacia en el pre-test es menor a 0.05 y en el post-test es mayor a 0.05, entonces los datos de la muestra no tienen una distribución normal y por lo tanto muestran un comportamiento no paramétrico. Por consiguiente para conocer si la eficacia ha mejorado se aplicó el análisis utilizando el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica: Eficacia

H_0 : La aplicación de herramientas Lean Manufacturing no mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

H_a : La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Regla de decisión:

$$H_0 : \mu E_a \geq \mu E_d$$

$$H_a : \mu E_a < \mu E_d$$

Tabla 41. Eficacia prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficacia Post Test - Eficacia Pre Test	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	30 ^b	15,50	465,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Eficacia Post Test < Eficacia Pre Test

b. Eficacia Post Test > Eficacia Pre Test

c. Eficacia Post Test = Eficacia Pre Test

Fuente: Reporte de SPSS 25.

En la tabla 41, se evidencia que los rangos positivos de la eficacia son mayores que los rangos negativos, por lo cual rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, por lo tanto, se pudo demostrar que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

Con la finalidad de confirmar que el análisis mostrado fue correcto, se procedió a realizar el análisis más detallado mediante el ρ valor o significancia de resultados de la aplicación del estadígrafo Wilcoxon a la eficacia pre-test y post-test.

Si sig. \leq 0.05: Se rechaza la hipótesis nula

Si sig. $>$ 0.05: Se acepta la hipótesis nula

Tabla 42. Estadísticos de contraste con Wilcoxon

	Eficacia Post Test - Eficacia Pre Test
Z	-4,794 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Reporte de SPSS 25.

La tabla 42, demuestra la significancia de la prueba Wilcoxon, el cual es $\rho = 0.000 \leq 0.05$, por esa razón de acuerdo a la regla de decisión se procedió a rechazar la hipótesis nula y se aceptó que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

V. DISCUSIÓN

A continuación se muestra la confrontación de las investigaciones de diversos autores tanto a nivel nacional como internacional en relación a la variable dependiente y las dimensiones del estudio.

La presente investigación permitió lograr altos índices de productividad a través de la correcta aplicación de herramientas Lean Manufacturing, tales como la estandarización y el Poka Yoke, ya que estos contribuyen en la eliminación de desperdicios y por consiguiente en el incremento de la productividad y competitividad de las organizaciones del sector manufactura.

Según los resultados del análisis de la productividad, la tabla 31 muestra que el promedio de la productividad de la implementación de la propuesta de mejora fue de 53.58% y que luego de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, esta se incrementó en un 22.71% es decir alcanzó un promedio de 65.75%. Por lo tanto se puede afirmar que a través de la aplicación de dichas herramientas se logró mejorar la producción programada haciendo uso adecuado del recurso tiempo. Este resultado mantiene relación con la investigación de Castillo y La Torre (2020), cuyo título fue Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020. Una vez analizada dicha información el investigador obtuvo como resultado que luego de aplicar herramientas de Lean Manufacturing, la productividad en el área de producción mejoró de 68% a un 75%, es decir alcanzó un porcentaje de crecimiento del 10.29%. De igual manera mantiene relación el artículo de Palaniswamy (2021), cuyo título fue Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique. Quien obtuvo como resultado que luego de aplicar herramientas de Lean Manufacturing, la productividad de la empresa mejoró, disminuyendo la tasa de pérdida de 18.5% a 13.88%, es decir la tasa de pérdida disminuyó en 33.29%. Esto es reforzado por el autor Gutiérrez, (2014, p.21), el cual indica que la productividad es el resultado de un sistema o proceso, por lo que incrementar la productividad le permite utilizar los recursos de manera más eficiente y obtener mejores resultados

Respecto a la dimensión eficiencia, la tabla 32 muestra que se logró mejorar el promedio de la eficiencia de 73.78% a un 82.76%, es decir se incrementó en 12.18%, ya que hubo un mejor aprovechamiento del recurso tiempo disponible para realizar la producción de bolsas de polietileno, con ayuda de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. Dicho resultado es favorable ya que coincide con la investigación realizada por el autor Heredia (2017), cuyo título fue aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Industria de Calzado Abbielf S.A.C., Comas, 2017, ya que dicho estudio arrojó el siguiente resultado, que mediante la práctica de aplicación de herramientas Lean Manufacturing la empresa elevó su índice de eficiencia de 82.00% a un 92.00%; es decir mejoró en un 12%. Así mismo se tomó en consideración el artículo de Subodh (2019). Productivity Improvement in Manufacturing Industry Using Lean tools. Los resultados obtenidos fueron que la eficiencia mejoró de 35.20% a 40.517%. Es decir, la eficiencia de la empresa mejoró en un 15.11%. Esto es reforzado por el autor Prokopenko, (1989, pp. 4-6), el cual indica que la eficiencia implica en producir productos de excelente calidad empleando el mínimo recurso, es una medida de la calidad del trabajo mediante la utilización de los recursos para crear un producto.

En cuanto la dimensión eficacia la tabla 33 presenta los resultados antes y después de la propuesta de mejora ya que inicialmente el índice de eficacia de la empresa en estudio fue 72.61% para luego de la implementación tener un índice de 79.43%, mostrando un índice de mejora de 9.41%, dichos porcentajes ponen en evidencia que hubo un mejor aprovechamiento de la producción real de bolsas de polietileno, gracias a la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. Este resultado se asemeja a las verificaciones realizadas en la investigación del autor Malca (2017). Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de pinturas Temple en la empresa Pinturas Quincen E.I.R.L., Lima, 2017 - II, cuyos datos fueron recolectados en el estudio muestran que la eficacia se incrementó de 93% a 98%, por lo que consiguió un porcentaje de mejora de 5.37%. Así mismo tiene relación con la investigación de Castillo (2018). Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la Productividad de la empresa Imprenta Castillo S.A., Lima 2018. Los resultados obtenidos fueron que la eficacia mejoró de 36.5% a 46%. Es decir que la eficacia de la empresa mejoró

en un 26%. Esto es reforzado por el autor Prokopenko, (1989, pp. 4-6), el cual indica que la eficacia es el producto final, donde los resultados obtenidos se comparan con los objetivos esperados

En relación a las fortalezas de la tesis se encuentra el tipo de investigación que se empleó ya que al ser aplicada permitió apoyarse en el conocimiento teórico sobre la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para ejecutarlo en un contexto real generando mejoras notables en el área de estudio, asimismo, el enfoque cuantitativo colaboró con el procesamiento de datos, ya que permitió aceptar o rechazar las hipótesis apoyadas en el estudio estadístico y mediciones numéricas de las variables de estudio. Respecto a las dificultades que se presentaron en la elaboración de la tesis encontramos el tema del contagio de Covid-19, ya que al estar realizando el proceso de la implementación nos encontrábamos expuestos a posibles contagios, debido a que todos los trabajadores no contaban con las vacunas que ayudan a protegerse de los riesgos más graves del coronavirus (Sars-Cov-2).

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó en la investigación van en coherencia con los objetivos planteados.

1. Con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, se logró mejorar la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021, ya que previo a la implementación de la propuesta de mejora presentaba un índice de productividad de 53.58% para luego convertirse en 65.75%, mediante estos indicadores se concluye que con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing se consiguió mejorar la productividad del área de producción en un 22.71%.
2. Con la aplicación de herramienta Lean Manufacturing, se logró mejorar la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021, ya que previo a la implementación de la propuesta de mejora presentaba un índice de eficiencia de 73.78% para luego convertirse en 82.76%, mediante estos indicadores se concluye que con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing se consiguió mejorar la eficiencia del área de producción en un 12.18%.
3. Con la aplicación de herramienta Lean Manufacturing, se logró mejorar la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021, ya que previo a la implementación de la propuesta de mejora presentaba un índice de eficacia de 72.61% para luego convertirse en 79.43%, mediante estos indicadores se concluye que con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing se consiguió mejorar la eficacia del área de producción en un 9.41%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la gerencia, y tanto como el jefe de producción sigan lo siguientes puntos mencionados a continuación:

1. Dado el incremento de la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021, se recomienda continuar con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción utilizando indicadores que permitan medir el cumplimiento con los objetivos de la empresa.
2. En relación a la eficiencia se recomienda el uso de diagramas de flujo y de procesos en el área de producción a fin de conocer todos los procedimientos a seguir y los tiempos establecidos en cada etapa, de tal modo que se pueda aprovechar al máximo el tiempo disponible para la producción de bolsas de polietileno de la empresa.
3. Respecto a la eficacia del área de producción se recomienda mantener una supervisión y control constante de la producción según requerimiento del cliente, para lo cual es sumamente importante mantener en constante capacitación a los trabajadores del área de producción realizando mediciones de la curva de aprendizaje con el uso de indicadores, ya que de esta forma se podrá tener la certeza de contar con personal idóneo el cual se desenvuelva adecuadamente en sus funciones dentro de la empresa.

REFERENCIAS

1. ARIAS, José. Proyecto de tesis guía para la elaboración. [en línea]. Perú: Editorial Biblioteca Nacional del Perú, 2020. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf
ISBN: 978-612-00-5416-1
2. ARRIETA, Juan. Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. Revista Redalyc [en línea]. Abril 2007, vol.10, n. °20. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012012.pdf>
ISSN: 0123-921X
3. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [en línea]. 3ª ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
ISBN: 978-607-744-748-1
4. BERNAL, César. Metodología de la Investigación [en línea]. 3ra. ed. Colombia: Pearson, Inc., 2010. [Fecha de consulta 26 de abril del 2021]. Disponible en <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
ISBN: 978-958-699-129-2
5. CABEZAS, Mejía, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. [en línea]. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
ISBN: 978-9942-765-44-4
6. CANALES, José. Criterios para la toma de decisión de inversiones. Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas [en línea]. Abril 2015, vol.3, n. °5. [Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2021]. Disponible en:

<https://doi.org/10.5377/reice.v3i5.2022>

ISSN: 2308-782X

7. CASTILLO, Martin. Aplicación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Imprenta Castillo S.A, Lima 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22802>
8. CASTILLO, Josseth y La Torre, Jesús. Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del Área de producción en la empresa Nicoll S.A. Lurín, 2020. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66006>
9. CRUZ, Cinthia, OLIVARES, Socorro y GONZÁLEZ, Martín. Metodología de la investigación. [en línea]. México D.F.: Grupo Editorial Patria, 2014. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=8uLhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+la+investigacion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwin1bXHxKbsAhXmGLkGHQedDTUQ6AEwB3oECAgQAg#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 978-607-438-876-3
10. DAS, Biman, VENKATADRI, Uday y PANDEY, Pankajkumar. Applying lean manufacturing system to improving Productivity of airconditioning coil manufacturing. Revista Ebsco [en línea]. Marzo 2014, vol.71. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&AN=edsgc1.358509585&lang=es&site=eds-live>
ISSN: 0268-3768
11. DHRUV, Shah y PRITESH, Patel. Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry. Revista IRJET [en línea]. Marzo 2018, vol.05. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/36842462/Productivity_Improvement_by_Implementing_Lean_Manufacturing_Tools_In_Manufacturing_Industry

ISSN: 2395-0056

12. HEREDIA, Yuri. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la Empresa Industrias de Calzado ABBIELF S.A.C., Comas, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12667>

13. HUAMÁN, Rubén. Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa RESEMIN S.A., Ate, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20558>

14. GARCÍA, Mónica y AMADOR, Antonio. Cómo aplicar "Value Stream Mapping" (VSM). Revista 3C Tecnología [en línea]. Junio-Septiembre 2019, vol.8, n. °2. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-4-1.pdf

ISSN: 2254-4143

15. GISBERT, Víctor. Lean Manufacturing. qué es y que no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. Revista 3C Tecnología [en línea]. Mayo-Junio 2015, vol.4, n. °1. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2015/03/LEAN-MANUFACTURING.pdf>

ISSN: 2254-4143

16. GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica. [en línea]. Córdoba: Brujas, 2006. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true

ISBN: 9878-591-026-0

17. GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y productividad. [en línea]. 4.ª ed. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2014. [fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e3>

[6d82.pdf](#)

ISBN: 978-607-15-0315-2

18. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. [en línea]. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2014. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 978-1-4562-15-0291-9

19. JIMÉNEZ, Genett et al. Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study. Revista ScienceDirect [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919311734>

20. LERMA, Héctor. Metodología de investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. [en línea]. 4ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=483354&lang=es&site=eds-live>

ISBN: 978-958-648-602-6

21. LOPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. Revista Scielo [en línea]. 2004, vol.09, n. °8. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s1815-02762004000100012&script=sci_arttext

ISSN: 1815-0276

22. LIU, Qingqi y YANG, Hualong. Incorporating Variability in Lean Manufacturing: A Fuzzy Value Stream Mapping Approach. Revista Ebsco [en línea]. Diciembre 2020. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=147640315&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 1024-123X

23. MALCA, Joel. Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de pinturas temple en la empresa pinturas QUINCEN E.I.R.L., Lima, 2017-II. Tesis (Título Profesional de

- Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12490>
24. MANTEROLA, Carlos y OTZEN, Tamara. Estudios Experimentales 2 Parte. Estudios Cuasi-Experimentales. Revista International Journal and Morphology [en línea]. Marzo 2015, vol.33, n. °1. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?=-S0717-95022015000100060&script=sci_arttext&tlng=en
ISSN: 0717-9502
25. MARMOLEJO, Natalia et al. Improvement through lean manufacturing tools in a Garment Company. Revista Scielo [en línea]. Enero-Abril 2016, vol.37. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100004&lng=es&tlng=es
26. MAYUR, Mahajan et al. Implentation of Lean techniques for Sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit. Revista ScienceDirect [en línea]. Junio 2019, vol.35. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919308030>
27. MENDOZA, Rafael. El método estadístico de análisis discriminante como herramienta de interpretación del estudio de adicción al móvil, realizado a los alumnos de la licenciatura en informática Administrativa del Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. [En línea]. Enero - junio 2017, vol.7, n. °14. [Fecha de consulta 10 de noviembre del 2021]. Disponible en <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/282/1329>
ISSN: 2007-7467
28. METE, Marcos. Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. Revista Scielo [en línea]. Marzo 2014, vol.7, n. °7. [Fecha de consulta: 05 de septiembre del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006
ISSN: 2071-081X

29. MEYERS, Estudio de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil. [en línea]. México: Pearson Educación, 2000. [fecha de consulta: 22 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=cr3WTuK8mn0C&pg=PA124&dq=tiempo+estandar&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiC986NlIz0AhUmpZUCHXaYBhMQ6AF6BAgCEAI#v=onepage&q=tiempo%20estandar&f=true>
ISBN: 9684444680
30. MIRANDA, Jorge y TOIRAC, Luis. Indicadores de Productividad para la industria Dominicana. Revista Redalyc [en línea]. Abril-Junio 2010, vol.35, n. °2. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014563005>
31. NAMAUFOROOSH, Mohammad. Metodología de la investigación. [en línea]. 2ª ed. México D.F: Limusa, 2005. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=true>
ISBN: 968-18-5517-8
32. OFICINA Internacional del Trabajo. Introducción al estudio de trabajo. [en línea]. 4º ed. Ginebra, 1996. [fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
ISBN: 92-2-307108-9
33. PALANISWAMY, Ramasubramanian. Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique. Revista Ebsco [en línea]. 2021, vol.12. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=teh&AN=149828210&lang=es&site=eds-live>
ISSN: 1533-0915
34. PAREDES, Andrés. Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. Revista Scielo [en línea]. Enero-Junio 2017, vol.13, n. °1. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v13n1/1900-3803-entra-13-01-00262.pdf>

35. PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad manual práctico. [en línea]. Ginebra: Oficina Internacional del trabajo, 1989. [fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/27514933/IA_GESTION_DE_LA_PRODUCTIVIDAD_Manual_pr%C3%A1ctico
ISBN: 92-2-305901-1
36. REHMAN, Ateekh et al. Lean Approach to Enhance Manufacturing Productivity: A Case of Saudi Arabian Factory. Revista Ebsco [en línea]. Diciembre 2019, vol.45. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=141826666&lang=es&site=eds-live>
ISSN: 2193-567X
37. RENDÓN, Mario. Estadística descriptiva. Revista Alergia México [en línea]. Octubre-Diciembre 2016, vol.63. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>
ISSN: 0002-5151
38. ROJAS, Marcelo. Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada e incoherente nomenclatura y clasificación. Revista Educación [en línea]. Diciembre 2015, vol.16, n. °1. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/36338739004.pdf>
ISSN: 1695-7504
39. SALGADO, Ana y SALGADO, Nelson. Increased Productivity in The Área of External Logistics and Delivery Services of the Urban Employment Express Throught the Methodology Lean Manufacturing. Revista Ebsco [en línea]. Junio de 2019. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=139263351&lang=es&site=eds-live>
ISSN: 978-989-98434-9-3
40. SARRIA, Mónica, FONSECA, Guillermo y BOCANEGRA Claudia. Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Revista Scielo [en línea]. Julio-Diciembre 2017, n. °83. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n83/0120-8160-ean->

[83-00051.pdf](#)

41. SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing Paso a Paso. [en línea]. España: Marge Books, 2019. [fecha de consulta: 22 de mayo del 2021]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&ots=DlZNtTDn7M&sig=KyeZV4e-JU0nbci-vUVpqHJym20&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true
ISBN: 978-84-17903-04-6
42. SOTO, Freddy y GONZÁLES, María. Análisis de métodos estadísticos. Revista Agrónoma Mesoamericana [en línea]. Enero 2019, vol.30, n. °2. [Fecha de consulta: 29 de mayo del 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43759027015/43759027015.pdf>
ISSN: 2215-3608
43. SUBODH, Patil et al. Productivity Improvement In Manufacturing Industry Using Lean tools. Revista IRJET [en línea]. Abril 2019, vol.6. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2021]. Disponible en:
https://www.academia.edu/39713098/IRJET_Productivity_Improvement_in_Manufacturing_Industry_Using_Lean_tools
ISSN: 2395-0056
44. TAPIA, Jessica et al. A Framework For The Implementation of Lean Manufacturing in the Industry. Revista Scielo [en línea]. Diciembre 2017, vol.19. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-24492017000300171&script=sci_arttext
45. TEJEDA, Anne. Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas productivos. Revista Intec [en línea]. Abril-Junio 2011, vol.36, n. °2. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2021]. Disponible en:
<https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciso/article/view/906/pdf-SophieTejeda>
46. URRITIA, Marcela et al. Métodos óptimos para determinar validez de contenido. Revista Scielo [en línea]. Julio-Septiembre 2014, vol.28, n°3. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-

[21412014000300014](https://doi.org/10.21412014000300014)

ISSN: 1561-2902

47. VALENCIA, Walter. Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). Revista Redalyc [en línea]. Enero-Junio 2011, vol.14. [Fecha de consulta: 05 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81622582003.pdf>

ISSN: 1560-9146

48. WIECH, M., BOLLHOFF, J. y METTERNICH, J. Development of an optical object detection solution for defect prevention in a Learning Factory. Procedia Manufacturing [en línea]. 2017, vol.9. [Fecha de consulta 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301555>

49. WIJAYA, Santo et al. Design and Implementation of Poka-Yoke System in Stationary Spot-Welding Production Line Utilizing Internet-of-Things Platform. Revista Ebsco [en línea]. Mayo 2020, vol.14. [Fecha de consulta: 16 de mayo 2021]. Disponible en: [http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=146020724](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=146020724&lang=es&site=eds-live)

[http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=146020724](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=146020724&lang=es&site=eds-live)
[&lang=es&site=eds-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=146020724&lang=es&site=eds-live)

ISSN: 2237-5787

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Metodología
¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021?	Determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021.	La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021.	Lean Manufacturing Para Socconini (2019): el Lean Manufacturing es un proceso continuo y sistemático de indentificación y eliminación del desperdicio o excesos. (p.20)	Estandarización <i>ITE = Índice de tiempo estándar</i> Poka Yoke <i>PBD = Porcentaje de bolsas defectuosas</i>	1. Tipo de Investigación Aplicada 2. Diseño de Investigación Pre experimental 3. Nivel de Investigación Explicativa 4. Enfoque de la Investigación Cuantitativo 5. Técnica de recolección de datos Observación directa 6. Instrumentos Ficha de Registro / Cronometro 7. Población 1000 kg de Bolsas de 140 litros / 35x41 pulgadas / 1.5 micras de espesor 8. Muestra 1000 kg de Bolsas de 140 litros / 35x41 pulgadas / 1.5 micras de espesor 9. Muestreo No Probabilístico 10. Análisis de los datos Análisis descriptivo e Inferencial (SPSS)
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Eficiencia <i>PEF = Porcentaje de eficiencia</i>	
¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021?	Determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021.	La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021.	Productividad Para Gutierrez (2014): la productividad son los resultados que se logran obtener en un proceso, aumentar la productividad es alcanzar mejores resultados usando los recursos de manera eficiente. (p.2)	Eficacia <i>PF = Porcentaje de eficacia</i>	
¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021?	Determinar de qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021.	La aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en la empresa RMH PLAST, Carabaylo, 2021.			

Anexo N°2: Matriz de Operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
LEAN MANUFACTURING	Para Socconini (2019): el Lean Manufacturing es un proceso continuo y sistemático de indentificación y eliminación del desperdicio o excesos. (p.20)	Esta variable permitirá realizar un diagnóstico mediante la dimensión Estandarización y dimension de Poka Yoke, con sus respectivos indicadores.	Estandarización	$ITE = TN + S$ ITE = Índice de tiempo estándar TN = Tiempo normal S = Suplementos	RAZÓN
			Poka Yoke	$PBD = \frac{CBD}{CBP} \times 100\%$ PBD = Porcentaje de bolsas defectuosas CBD= Cantidad de bolsas con defecto (kg) CBP = Cantidad de bolsas producidas (kg)	RAZÓN
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
PRODUCTIVIDAD	Para Gutierrez (2014): la productividad son los resultados que se logran obtener en un proceso, aumentar la productividad es alcanzar mejores resultados usando los recursos de manera eficiente. (p.2)	Esta variable se evaluara mediante las dimension de eficiencia y la dimension de ficacia, con sus indicadores respectivos.	Eficiencia	$PEF = \frac{TT}{TP} \times 100\%$ PEF = Porcentaje de eficiencia TT = Tiempo trabajado (min) TP = Tiempo programado(min)	RAZÓN
			Eficacia	$PF = \frac{PR}{PE} \times 100\%$ PF = Porcentaje de eficacia PR = Producción real (kg) PE = Producción esperada (kg)	RAZÓN

Anexo N°7: Validez de los instrumentos de recolección de datos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE									
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias	
		Si	No	Si	No	Si	No		
	VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	Si	No	Si	No	Si	No		
1	Dimensión 1: Estandarización $ITE = TN + S$ ITE = Índice de tiempo estándar TN = Tiempo normal S = Suplementos	X		X		X			
2	Dimensión 2: Poka Yoke $PBD = \frac{CBD}{CBP} \times 100\%$ PBD = Porcentaje de bolsas defectuosas CBD = Cantidad de bolsas con defecto (kg) CBP = Cantidad de bolsas producidas (kg)	X		X		X			
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No		
3	Dimensión 1: Eficiencia $PEF = \frac{TT}{TP} \times 100\%$ PEF = Porcentaje de eficiencia TT = Tiempo trabajado (min) TP = Tiempo Programado (min)	X		X		X			
4	Dimensión 2: Eficacia $PF = \frac{PR}{PE} \times 100\%$ PF = Porcentaje de eficacia PR = Producción real (kg) PE = Producción esperada (kg)	X		X		X			


Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SUFICIENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mgtr. Rodríguez Alegre, Lino Rolando DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Pesquero Tecnólogo, Mag.

Lima, 10 de junio 2021



Firma del Experto Informante.

¹Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
²Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE									
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias	
		Si	No	Si	No	Si	No		
	VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	Si	No	Si	No	Si	No		
1	Dimensión 1: Estandarización $ITE = TN + S$ ITE = Índice de tiempo estándar TN = Tiempo normal S = Suplementos	X		X		X			
2	Dimensión 2: Poka Yoke $PBD = \frac{CBD}{CBP} \times 100\%$ PBD = Porcentaje de cantidades defectuosas CBD = Cantidad de bolsas con defecto (kg) CBP = Cantidad de bolsas prducidas (kg)	X		X		X			
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No		
3	Dimensión 1: Eficiencia $PEF = \frac{TT}{TP} \times 100\%$ PEF = Porcentaje de eficiencia TT = Tiempo trabajado (min) TP = Tiempo Programado (min)	X		X		X			
4	Dimensión 2: Eficacia $PF = \frac{PR}{PE} \times 100\%$ PF = Porcentaje de eficacia PR = Producción real (kg) PE = Producción esperada (kg)	X		X		X			


Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SI HAY SUFICIENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mgtr. Sunohara Ramirez, Percy Sixto DNI: 40608759

Especialidad del validador: MSc. Dirección de TI, Ingeniería Industrial

Lima, 14 de junio 2021



Firma del Experto Informante.

¹Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
²Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Estandarización $ITE = TN + S$ ITE = Índice de tiempo estándar TN = Tiempo normal S = Suplementos	X		X		X		
2	Dimensión 2: Poka Yoke $PBD = \frac{CBD}{CBP} \times 100\%$ PBD = Porcentaje de bolsas defectuosas CBD = Cantidad de bolsas con defecto (kg) CBP = Cantidad de bolsas producidas (kg)	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Dimensión 1: Eficiencia $PEF = \frac{TT}{TP} \times 100\%$ PEF = Porcentaje de eficiencia TT = Tiempo trabajado (min) TP = Tiempo Programado (min)	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia $PF = \frac{PR}{PE} \times 100\%$ PF = Porcentaje de eficacia PR = Producción real (kg) PE = Producción esperada (kg)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ **SI HAY SUFICIENCIA** _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Ing. Espejo Peña, Dennis Alberto DNI: 42362677

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

Lima, 14 de junio 2021

¹Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
²Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

Anexo N°8: Confiabilidad de los instrumentos

Certificado de Calibración

LO20-040

Número de OE: 117-2020

PATRON UTILIZADO

Descripción del Instrumento	Identificación y/o Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
Cronómetro Digital	308Q04R	LTF-C-082-2019	INACAL

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	59 %	54 %

RESULTADOS DE TIEMPO

Valores de Tiempo medido			Error	Incertidumbre
(h)	(min)	(s)	(s)	(s)
	30	0	0,6	0,6

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 99%.

OBSERVACIONES

Los resultados que se muestran en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

El instrumento pertenece a la autódave ALIT005.



Anexo N°9: Carta de autorización de levantamiento de información



AUTORIZACIÓN DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

*Por medio de la presente autorizamos el uso de toda información necesaria en el desarrollo de elaboración del proyecto de investigación realizado por el Sr. **KILDER ALEXANDER PÉREZ VIVANCO**, identificado con el DNI: 46844273 en el ÁREA DE PRODUCCIÓN de la empresa RMH PLAST con RUC: 10092287055, durante el siguiente periodo:*

Fecha de inicio : 05 de abril del 2021
Fecha de Término : 20 de diciembre del 2021

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 05 de abril de 2021.


.....
RMHPLAST
SUB GERENTE
Eduardo G. Castro Quiroz

 Mz. E Lt. 8 Los Geranios, Carabaylo

 942 038 705

Anexo N°10: Hoja de observación de las posibles causas de la empresa RMH PLAST

Hoja de observación	
Baja productividad en el área de producción de la empresa RMH PLAST	
N°	Posibles causas
1	No hay un almacén establecido
2	No se cuenta con stock mínimo
3	Personal ausente en el puesto laboral
4	Falta de control en el proceso de producción
5	Ausencia de herramientas de predicción de errores
6	Manejo de documentación deficiente
7	Falta de herramientas adecuadas
8	Alta complejidad de maquinarias
9	Falta de inspección en el inicio de proceso
10	Operaciones y actividades no estandarizadas
11	Falta de ventilación
12	Temperaturas elevadas
13	Falta de limpieza y orden
14	Carencia de capacitaciones enfocadas en producción
15	Inadecuada inspección en el tablero de control
16	Espacio reducido
17	Falta de señalización
18	Falta de iluminación
19	No se cuenta con epps

Anexo N°11: Base de datos para determinar la variable dependiente

BASE DE DATOS - RMH PLAST						
DÍAS	FECHA	Inicio de Jornada	Fin de Jornada	Tiempo Programado (min)	Número de Trabajadores	Tiempo Trabajado (min)
1	21/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	512.67
2	22/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	532.75
3	23/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	507.29
4	24/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	516.52
5	25/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	505.37
6	26/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	514.21
7	27/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	494.21
8	28/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	516.91
9	29/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	583.83
10	30/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	578.83
11	31/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	505.52
12	1/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	517.75
13	2/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	534.21
14	3/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	535.44
15	4/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	492.36
16	5/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	536.05
17	6/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	526.91
18	7/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	533.45
19	8/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	593.06
20	9/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	657.36
21	10/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	538.44
22	11/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	536.21
23	12/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	506.91
24	13/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	548.91
25	14/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	493.44
26	15/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	520.09
27	16/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	549.36
28	17/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	490.37
29	18/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	523.91
30	19/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	534.98


 RMH PLAST
 SUB GERENTE
 Eduardo G. Castro Quiroz

BASE DE DATOS - RMH PLAST

DÍAS	FECHA	Inicio de Jornada	Fin de Jornada	Tiempo Programado (min)	Número de Trabajadores	Tiempo Trabajado (min)
1	17/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	577.47
2	18/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	597.55
3	19/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	602.09
4	20/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	581.32
5	21/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	620.17
6	22/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	579.01
7	24/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	619.01
8	25/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	581.71
9	26/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	608.63
10	27/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	613.63
11	28/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	610.32
12	29/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	582.55
13	31/05/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	609.01
14	1/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	580.24
15	2/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	607.16
16	3/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	580.85
17	4/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	611.71
18	5/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	578.25
19	7/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	617.86
20	8/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	608.16
21	9/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	583.24
22	10/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	578.01
23	11/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	611.71
24	12/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	583.71
25	14/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	608.24
26	15/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	584.89
27	16/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	588.16
28	17/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	605.17
29	18/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	588.71
30	19/06/2021	08:00:00	20:00:00	720	3	579.78

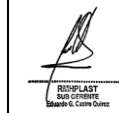


RMHPLAST
SUB GERENTE
Blasio G. Castro Quiroz

BASE DE DATOS - RMH PLAST									
1 TURNO (min)	FECHA	ESPESOR (um)	POLIETILENO (kg)	MASTERBACH (Kg)	TUCOS (kg)	RECURSOS UTILIZADOS	MERMA (kg)	PRODUCCIÓN REAL (kg)	PRODUCCIÓN ESPERADA (kg)
720	21/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	300.33	699.67	1000.00
720	22/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	266.49	733.51	1000.00
720	23/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	272.44	727.56	1000.00
720	24/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	282.47	717.53	1000.00
720	25/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	269.89	730.11	1000.00
720	26/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	281.81	718.19	1000.00
720	27/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	295.95	704.05	1000.00
720	28/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	262.13	737.87	1000.00
720	29/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	273.93	726.07	1000.00
720	30/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	279.02	720.98	1000.00
720	31/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	257.72	742.28	1000.00
720	1/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	302.54	697.46	1000.00
720	2/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	258.52	741.48	1000.00
720	3/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	261.00	739.00	1000.00
720	4/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	288.92	711.08	1000.00
720	5/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	267.80	732.20	1000.00
720	6/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	306.00	694.00	1000.00
720	7/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	262.18	737.82	1000.00
720	8/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	257.68	742.32	1000.00
720	9/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	288.46	711.54	1000.00
720	10/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	254.63	745.37	1000.00
720	11/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	268.23	731.77	1000.00
720	12/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	293.23	706.78	1000.00
720	13/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	257.68	742.32	1000.00
720	14/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	281.59	718.41	1000.00
720	15/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	257.60	742.40	1000.00
720	16/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	259.75	740.26	1000.00
720	17/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	268.81	731.19	1000.00
720	18/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	253.38	746.62	1000.00
720	19/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	286.11	713.89	1000.00



BASE DE DATOS - RMH PLAST									
1 TURNO (min)	FECHA	ESPEJOR (um)	POLIETILENO (kg)	MASTERBACH (Kg)	TUCOS (kg)	RECURSOS UTILIZADOS	MERMA (kg)	PRODUCCIÓN REAL (kg)	PRODUCCIÓN ESPERADA (kg)
720	17/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	201.77	798.23	1000.00
720	18/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	208.93	791.07	1000.00
720	19/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	207.88	792.12	1000.00
720	20/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	209.91	790.09	1000.00
720	21/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	203.33	796.67	1000.00
720	22/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	199.25	800.75	1000.00
720	24/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	211.39	788.61	1000.00
720	25/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	209.57	790.43	1000.00
720	26/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	213.37	786.63	1000.00
720	27/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	212.46	787.54	1000.00
720	28/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	205.16	794.84	1000.00
720	29/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	199.98	800.02	1000.00
720	31/05/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	205.96	794.04	1000.00
720	1/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	208.44	791.56	1000.00
720	2/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	216.36	783.64	1000.00
720	3/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	215.24	784.76	1000.00
720	4/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	203.44	796.56	1000.00
720	5/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	209.62	790.38	1000.00
720	7/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	205.12	794.88	1000.00
720	8/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	205.90	794.10	1000.00
720	9/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	202.07	797.93	1000.00
720	10/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	215.67	784.33	1000.00
720	11/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	190.67	809.34	1000.00
720	12/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	205.12	794.88	1000.00
720	14/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	199.03	800.97	1000.00
720	15/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	205.04	794.96	1000.00
720	16/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	207.19	792.82	1000.00
720	17/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	196.25	803.75	1000.00
720	18/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	200.82	799.18	1000.00
720	19/06/2021	1.5	955.00	25.00	20.00	1000.00	193.55	806.45	1000.00



BASE DE DATOS - RMH PLAST														SUMA	PROMEDIO
ACTIVIDADES O PROCESO	REGISTRO DE TIEMPOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Selección de la materia prima	50.00	48.00	49.00	47.00	51.00	48.00	50.00	51.00	48.00	50.00	48.00	51.00	591.00	49.25	
Transporte de la MP hacia el área de extrusión	17.00	15.00	17.00	17.00	18.00	17.00	15.00	17.00	16.00	15.00	15.00	18.00	197.00	16.42	
Inspección o verificación de la materia prima	300.00	303.00	305.00	300.00	298.00	303.00	299.00	300.00	302.00	300.00	303.00	298.00	3611.00	300.92	
Transporte de la MP inspeccionada al área de pesado	10.00	10.00	11.00	10.00	10.00	9.00	10.00	11.00	10.00	10.00	10.00	10.00	121.00	10.08	
Pesado de la materia prima mas los aditivos	61.00	61.00	60.00	62.00	59.00	61.00	58.00	61.00	60.00	61.00	61.00	59.00	724.00	60.33	
Mezclado de la materia prima con los aditivos	20.00	21.00	20.00	21.00	21.00	21.00	18.00	20.00	20.00	20.00	21.00	21.00	244.00	20.33	
Transporte de la mezcla al área de extrusión	6.00	4.00	5.00	4.00	6.00	5.00	6.00	6.00	4.00	4.00	6.00	6.00	60.00	5.00	
Llenado de la mezcla en la tolva de la extrusora	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	6.00	4.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	60.00	5.00	
Verificación del control de calefacción	92.00	91.00	90.00	91.00	89.00	89.00	92.00	88.00	90.00	90.00	91.00	89.00	1082.00	90.17	
Verificación del cabezal (dado)	89.00	92.00	91.00	92.00	88.00	92.00	92.00	90.00	91.00	89.00	92.00	88.00	1086.00	90.50	
Encendido del tornillo	30.00	31.00	30.00	30.00	32.00	29.00	30.00	31.00	30.00	28.00	31.00	32.00	364.00	30.33	
Encendido de la turbina de aire	29.00	29.00	28.00	32.00	30.00	31.00	28.00	28.00	31.00	30.00	29.00	30.00	355.00	29.58	
Encendido del tiro o jalador	32.00	30.00	29.00	30.00	31.00	30.00	29.00	31.00	28.00	29.00	30.00	31.00	360.00	30.00	
Encendido del motor principal	31.00	31.00	30.00	29.00	30.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	31.00	30.00	362.00	30.17	
Regular la velocidad del motor	228.00	300.00	301.00	300.00	301.00	303.00	300.00	229.00	300.00	333.00	300.00	301.00	3496.00	291.33	
Inyección de aire para dar forma al glovo (medida)	300.00	302.00	303.00	302.00	300.00	300.00	301.00	300.00	302.00	300.00	302.00	300.00	3612.00	301.00	
Colocar la tira de plastico hacia el rodillo jalador	60.00	57.00	61.00	62.00	61.00	61.00	59.00	60.00	59.00	57.00	61.00	717.00	59.75		
Recorrido de la película a través de los polines de enfriamiento	91.00	90.00	90.00	91.00	92.00	91.00	90.00	92.00	90.00	90.00	90.00	92.00	1089.00	90.75	
Recorrido de la película a través del rodillo tratador (microperforación)	90.00	90.00	89.00	89.00	88.00	93.00	90.00	93.00	91.00	90.00	90.00	88.00	1081.00	90.08	
Prejalado de la película a través de los polines al embobinador	5.00	5.00	6.00	5.00	6.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	64.00	5.33	
Colocación de tucos al eje embobinador	7.00	5.00	8.00	8.00	9.00	5.00	7.00	8.00	8.00	5.00	9.00	8.00	87.00	7.25	
Programación de la cantidad requerida para la bobina	295.00	296.00	300.00	299.00	299.00	300.00	298.00	297.00	299.00	299.00	296.00	299.00	3575.00	297.92	
Retirar la bobina	35.00	30.00	35.00	33.00	35.00	30.00	34.00	30.00	31.00	33.00	30.00	35.00	391.00	32.58	
Colocación de un nuevo tuco para la siguiente bobina	30.00	30.00	31.00	30.00	29.00	30.00	30.00	29.00	30.00	31.00	30.00	29.00	359.00	29.92	
Forrado de la bobina	154.00	155.00	154.00	150.00	154.00	152.00	150.00	150.00	151.00	150.00	155.00	154.00	1829.00	152.42	
Pesado de la bobina	150.00	156.00	154.00	155.00	155.00	154.00	155.00	155.00	153.00	156.00	155.00	155.00	1846.00	153.83	
Registro de la bobina obtenida	62.00	60.00	62.00	62.00	60.00	62.00	62.00	60.00	61.00	60.00	60.00	60.00	731.00	60.92	
Transporte de la bobina al área de sellado	10.00	10.00	10.00	9.00	10.00	7.00	10.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	114.00	9.50	
Programación de las unidades de bolsas	100.00	105.00	105.00	101.00	100.00	101.00	105.00	104.00	105.00	105.00	105.00	100.00	1236.00	103.00	
Encendido de la máquina selladora	40.00	40.00	41.00	40.00	42.00	40.00	40.00	41.00	41.00	41.00	40.00	42.00	488.00	40.67	
Programación de la cuchilla de sello	80.00	85.00	90.00	84.00	85.00	90.00	84.00	84.00	80.00	80.00	85.00	85.00	1012.00	84.33	
Programación de la medida de corte	75.00	75.00	75.00	76.00	75.00	75.00	76.00	77.00	75.00	75.00	75.00	75.00	904.00	75.33	
Colocación de la bobina en la máquina selladora	15.00	14.00	10.00	10.00	11.00	10.00	12.00	11.00	10.00	10.00	14.00	11.00	138.00	11.50	
Recorrido de la película hacia la cuchilla de sello de corte	50.00	50.00	51.00	49.00	50.00	50.00	51.00	50.00	51.00	50.00	50.00	50.00	602.00	50.17	
Empaquetado (doblado, sellado, etiquetado)	120.00	130.00	129.00	130.00	127.00	121.00	130.00	124.00	130.00	125.00	130.00	127.00	1523.00	126.92	
Contabilización de las bolsas producidas	100.00	120.00	115.00	110.00	120.00	111.00	115.00	120.00	120.00	121.00	120.00	120.00	1392.00	116.00	
Transporte al área de embazado	8.00	9.00	8.00	9.00	9.00	9.00	7.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	101.00	8.42	
Embazado del producto terminado	62.00	65.00	62.00	60.00	65.00	65.00	65.00	62.00	65.00	65.00	65.00	65.00	766.00	63.83	
Transporte al área de almacen de producto terminado	7.00	8.00	7.00	8.00	8.00	7.00	7.00	8.00	7.00	7.00	8.00	8.00	90.00	7.50	
Almacenamiento de las bolsas terminadas	40.00	41.00	45.00	40.00	45.00	42.00	45.00	45.00	44.00	45.00	41.00	45.00	518.00	43.17	



BASE DE DATOS - RMH PLAST														SUMA	PROMEDIO
ACTIVIDADES O PROCESO	REGISTRO DE TIEMPOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Selección de la materia prima	49.00	48.00	49.00	47.00	48.00	48.00	47.00	49.00	48.00	49.00	48.00	48.00	578.00	48.17	
Transporte de la MP hacia el área de extrusión	17.00	15.00	17.00	17.00	16.00	17.00	15.00	17.00	16.00	15.00	15.00	16.00	193.00	16.08	
Inspección o verificación de la materia prima	300.00	299.00	300.00	297.00	298.00	300.00	299.00	297.00	296.00	300.00	299.00	298.00	3583.00	298.58	
Transporte de la MP inspeccionada al área de pesado	10.00	10.00	9.00	10.00	10.00	9.00	10.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	117.00	9.75	
Pesado de la materia prima mas los aditivos	59.00	61.00	60.00	60.00	59.00	61.00	58.00	61.00	60.00	58.00	61.00	59.00	717.00	59.75	
Mezclado de la materia prima con los aditivos	20.00	19.00	20.00	18.00	20.00	20.00	18.00	20.00	20.00	20.00	18.00	19.00	232.00	19.33	
Llenado de la mezcla en la tolva de la extrusora	5.02	5.00	5.00	4.12	5.02	5.07	4.03	5.00	5.02	4.04	5.00	5.01	57.33	4.78	
Inspección del tablero de control	480.10	479.23	481.54	478.95	470.33	488.15	475.68	478.51	485.00	485.00	480.47	480.07	5763.03	480.25	
Colocar la tira de plastico hacia el rodillo jalador	60.25	57.86	59.22	60.00	60.01	58.69	59.62	60.02	59.33	59.42	57.61	60.03	712.06	59.34	
Recorrido de la película a través de los polines de enfriamiento	90.03	90.01	90.00	90.02	90.10	90.07	90.00	90.01	90.05	90.01	90.03	90.01	1080.34	90.03	
Recorrido de la película a través del rodillo tratador (microperforación)	90.00	90.01	90.05	90.01	90.03	90.01	90.03	90.01	90.00	90.02	90.10	90.07	1080.34	90.03	
Prejalado de la película a través de los polines al embobinador	5.06	5.08	5.09	5.02	5.09	5.08	5.01	5.06	5.09	5.00	5.01	5.07	60.66	5.06	
Colocación de tucos al eje embobinador	7.56	6.97	8.02	8.00	7.48	6.99	7.78	7.56	8.00	8.01	6.89	7.99	91.25	7.60	
Programación de la cantidad requerida para la bobina	295.45	296.33	300.01	299.85	299.56	300.00	298.87	297.79	297.97	299.99	296.96	299.05	3581.83	298.49	
Retirar la bobina	32.04	31.56	30.06	31.65	32.02	30.45	32.15	30.00	31.45	32.45	30.48	32.02	376.33	31.36	
Colocación de un nuevo tuco para la siguiente bobina	30.02	30.00	29.26	30.00	29.99	30.05	30.07	29.89	30.01	30.09	30.07	29.97	359.42	29.95	
Forrado de la bobina	152.01	152.07	151.96	150.99	150.97	152.04	150.77	150.89	151.46	150.00	150.47	152.01	1815.64	151.30	
Pesado de la bobina	152.45	153.02	154.01	150.99	152.72	154.00	154.23	154.33	154.23	153.66	154.05	153.64	1841.33	153.44	
Registro de la bobina obtenida	59.88	60.00	60.01	59.99	60.02	60.06	59.87	60.00	59.99	60.02	60.09	60.03	719.96	60.00	
Programación de las unidades de bolsas	100.99	100.26	100.05	100.86	100.03	100.56	100.85	100.96	100.22	100.74	100.19	100.84	1206.55	100.55	
Encendido de la máquina selladora	40.62	40.15	40.88	40.65	40.33	40.08	40.87	41.00	40.90	41.00	40.01	40.23	486.72	40.56	
Programación de la cuchilla de sello	80.99	82.69	85.01	84.26	85.03	81.22	80.99	84.03	80.97	81.66	82.99	85.00	994.84	82.90	
Programación de la medida de corte	75.01	75.06	74.69	74.66	75.00	75.01	73.99	74.56	75.01	74.88	75.01	75.08	897.96	74.83	
Colocación de la bobina en la máquina selladora	12.33	10.99	10.87	11.24	11.56	10.98	10.99	11.33	10.89	10.15	11.56	11.21	134.10	11.18	
Recorrido de la película hacia la cuchilla de sello de corte	50.01	50.01	50.12	49.89	50.06	50.02	50.14	49.99	50.00	50.01	50.01	50.05	600.31	50.03	
Empaquetado (doblado, sellado, etiquetado)	120.25	120.15	121.56	122.06	122.08	121.89	123.01	122.45	120.99	121.79	123.86	122.56	1462.65	121.89	
Contabilización de las bolsas producidas	100.00	120.00	115.00	110.00	120.00	111.00	115.00	120.00	120.00	121.00	120.00	120.00	1392.00	116.00	
Embazado del producto terminado	62.98	60.56	62.15	61.56	63.15	62.88	62.77	62.45	62.36	61.89	62.65	62.15	777.55	64.80	
Almacenamiento de las bolsas terminadas	44.02	43.88	42.33	43.86	42.32	42.65	43.45	42.85	44.03	42.05	43.56	44.01	519.01	43.25	



DÍAS	CANTIDAD BOLSAS PRODUCIDAS (kg)	DEFECTOS								CANTIDAD DE BOLSAS CON DEFECTO (kg)
		Rotura de globo	Formación irregular	Variación en el espesor	Variación en la manga	Claridad deficiente	Resistencia deficiente	Arrugas en la película	Rayas en la película	
1	699.67	40.200	38.990	32.900	39.225	37.300	35.301	37.301	39.115	300.332
2	733.51	35.300	29.001	35.329	41.750	29.225	32.001	35.605	28.278	266.489
3	727.56	37.100	32.785	38.425	34.125	35.198	37.245	36.240	21.326	272.444
4	717.53	41.000	38.000	29.328	40.023	32.416	39.380	29.050	33.272	282.469
5	730.11	37.200	35.500	28.492	39.336	31.228	35.200	35.550	27.387	269.893
6	718.19	43.050	38.517	35.329	42.981	39.325	32.127	29.125	21.358	281.812
7	704.05	40.170	37.755	31.351	38.028	42.249	33.015	34.169	39.209	295.946
8	737.87	36.275	29.223	32.228	34.587	25.285	36.224	33.105	35.200	262.127
9	726.07	38.200	37.999	39.329	33.336	33.392	33.218	31.258	27.200	273.932
10	720.98	28.150	34.893	36.495	32.217	36.521	32.244	38.200	40.300	279.020
11	742.28	37.301	30.100	32.317	33.127	30.456	40.200	31.122	23.100	257.723
12	697.46	41.001	42.180	39.336	40.110	38.252	42.300	39.011	20.350	302.540
13	741.48	33.245	38.228	36.507	32.109	29.309	37.100	28.874	23.150	258.522
14	739.00	31.380	35.687	33.398	31.100	33.128	35.350	31.910	29.050	261.003
15	711.08	38.200	29.454	32.440	39.954	40.397	38.200	33.101	37.170	288.916
16	732.20	36.127	31.020	29.405	34.498	39.227	29.050	34.197	34.275	267.799
17	694.00	40.015	32.485	38.425	42.200	40.354	39.170	33.105	40.249	306.003
18	737.82	29.224	22.322	30.317	38.954	35.401	37.275	41.400	27.285	262.178
19	742.32	33.218	36.900	40.516	27.987	29.455	31.200	29.010	29.392	257.678
20	711.54	40.244	38.258	36.402	30.458	35.200	40.150	33.225	34.521	288.458
21	745.37	35.123	39.101	37.510	33.921	24.310	22.218	32.987	29.456	254.626
22	731.77	32.320	33.857	35.338	37.129	30.128	35.244	30.958	33.252	268.226
23	706.78	39.125	40.351	38.295	41.928	39.150	32.123	37.128	25.125	293.225
24	742.32	25.190	28.894	34.320	35.536	38.115	37.320	27.116	31.190	257.681
25	718.41	40.160	39.455	36.358	36.255	37.278	40.125	29.802	22.160	281.593
26	742.40	29.302	32.899	32.498	35.007	36.326	35.190	27.257	29.125	257.604
27	740.26	28.187	29.554	35.349	38.879	33.272	37.456	29.858	27.190	259.745
28	731.19	35.210	28.978	39.468	26.225	32.387	37.252	36.126	33.160	268.806
29	746.62	33.175	35.221	34.322	29.789	29.358	35.309	27.997	28.211	253.382
30	713.89	37.200	34.522	30.500	31.455	34.209	38.128	39.879	40.219	286.112
TOTAL										8216.28



DÍAS	CANTIDAD BOLSAS PRODUCIDAS (kg)	Rotura de globo	Formación irregular	Variación en el espesor	Variación en la manga	Claridad deficiente	Resistencia deficiente	Arrugas en la película	Rayas en la película	CANTIDAD DE BOLSAS CON DEFECTO (kg)
2	791.07	24.730	27.431	28.759	25.180	29.655	25.431	26.035	21.708	208.929
3	792.12	25.530	26.215	25.855	27.555	28.628	24.675	29.670	19.756	207.884
4	790.09	24.430	31.430	22.758	33.453	25.846	22.810	22.480	26.702	209.909
5	796.67	26.630	28.930	21.922	22.766	24.658	28.630	28.980	20.817	203.333
6	800.75	26.480	21.947	28.759	26.411	32.755	25.557	22.555	14.788	199.252
7	788.61	23.600	31.185	24.781	29.458	25.679	26.445	27.599	22.639	211.386
8	790.43	29.705	22.653	25.658	28.017	18.715	29.654	26.535	28.630	209.567
9	786.63	26.630	28.429	32.759	26.766	26.822	26.648	24.688	20.630	213.372
10	787.54	21.580	28.323	29.925	25.647	29.951	25.674	27.630	23.730	212.460
11	794.84	30.731	23.530	25.747	26.557	23.886	33.630	24.552	16.530	205.163
12	800.02	24.431	25.610	32.766	23.540	31.682	25.730	22.441	13.780	199.980
13	794.04	26.675	31.658	29.937	25.539	22.739	30.530	22.304	16.580	205.962
14	791.56	24.810	29.117	26.828	24.530	26.558	28.780	25.340	22.480	208.443
15	783.64	31.630	22.884	25.870	23.384	23.827	31.630	26.531	30.600	216.356
16	784.76	29.557	24.450	22.835	27.928	32.657	22.480	27.627	27.705	215.239
17	796.56	23.445	25.915	31.855	25.630	23.784	22.600	26.535	23.679	203.443
18	790.38	22.654	15.752	23.747	32.384	28.831	30.705	34.830	20.715	209.618
19	794.88	26.648	30.330	33.946	21.417	22.885	24.630	22.440	22.822	205.118
20	794.10	23.674	21.688	29.832	23.888	28.630	23.580	26.655	27.951	205.898
21	797.93	28.553	32.531	30.940	27.351	17.740	15.648	26.417	22.886	202.066
22	784.33	25.750	27.287	28.768	30.559	23.558	28.674	24.388	26.682	215.666
23	809.34	22.555	23.781	31.725	25.358	22.580	25.553	20.558	18.555	190.665
24	794.88	18.620	22.324	27.750	28.966	31.545	30.750	20.546	24.620	205.121
25	800.97	23.590	22.885	29.788	29.685	30.708	23.555	23.232	15.590	199.033
26	794.96	22.732	26.329	25.928	28.437	29.756	28.620	20.687	22.555	205.044
27	792.82	21.617	22.984	28.779	32.309	26.702	30.886	23.288	20.620	207.185
28	803.75	28.640	22.408	22.898	19.655	25.817	20.682	29.556	26.590	196.246
29	799.18	26.605	28.651	27.752	23.219	22.788	28.739	21.427	21.641	200.822
30	806.45	20.630	27.952	23.930	24.885	27.639	21.558	23.309	23.649	193.552
TOTAL										6168.48



Anexo N°12: Carta de compromiso de Gerencia



COMPROMISO DE LA GERENCIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA RMH PLAST.

La gerencia general de la empresa RMH PLAST identificado con N° de RUC: 10092287055, aprueba y asume el compromiso de apoyar en la implementación de herramientas Lean Manufacturing a raíz de las sugerencias brindadas por el Sr. Kilder Alexander Pérez Vivanco identificado con N° de DNI: 46844273, con la finalidad de mejorar la productividad en el área de producción de la presente empresa.

Lima, 02 de agosto del 2021.




RMHPLAST
SUB GERENTE
Eduardo G. Castro Quiroz

 Mz. E Lt. 8 Los Geranios, Carabaylo

 942 038 705

Anexo N°13: Ficha de registro de charla y capacitación

 RMH PLAST		REGISTRO DE CAPACITACIÓN			
EMPRESA:	RMH PLAST	RUC:	10092287055		
DOMICILIO:	Mz.4 E Lt.8 El Progreso – Carabayllo	ACTIVIDAD ECONOMICA:	Fabricación de Productos de Plástico		
ÁREA:		N° DE TRABAJADORES:			
TEMA:		FECHA:			
EXPOSITOR:					
N°	PARTICIPANTES (Apellidos y Nombres)	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
RESPONSABLE DEL REGISTRO			REVISADOR POR:		
NOMBRE Y CARGO:			NOMBRE Y CARGO:		
FIRMA:		FECHA:	FIRMA:		FECHA:

RMH PLAST		REGISTRO DE CAPACITACIÓN			
EMPRESA:	RMH PLAST	RUC:	10092287055		
DOMICILIO:	Mz.4 E Lt.8 El Progreso - Carabaylo	ACTIVIDAD ECONOMICA:	Fabricación de Productos de Plástico		
ÁREA:	Producción	N° DE TRABAJADORES:	3		
TEMA:	Charla de Sensibilización	FECHA:	05/08/2021		
EXPOSITOR:	Kilder Alexander Pérez Vidanco				
N°	PARTICIPANTES (Apellidos y Nombres)	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01	VALDEZ CELIA FERNANDO RAFAEL	76569863	Producción		
02	JORDY ALEXIS RAMIREZ INCA	74444933	Producción		
03	AVILES HILARIO JUAN CARLOS	45571803	Producción		
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
RESPONSABLE DEL REGISTRO			REVISADOR POR:		
NOMBRE Y CARGO: Kilder Alexander Pérez Vidanco			NOMBRE Y CARGO: Eduardo G. Castro Quirós		
FIRMA: 		FECHA: 05/08/2021	FIRMA: 		FECHA: 05/08/2021



REGISTRO DE CAPACITACIÓN

EMPRESA:	RMH PLAST	RUC:	10092287055
DOMICILIO:	Mz.4 E Lt.8 El Progreso - Carabaylo	ACTIVIDAD ECONOMICA:	Fabricación de Productos de Plástico
ÁREA:	Producción	N° DE TRABAJADORES:	3
TEMA:	Implementación del Sensor	FECHA:	24/09/2021
EXPOSITOR:	Kilder Alexander Pérez Vivanco		

N°	PARTICIPANTES (Apellidos y Nombres)	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01	VALDEZ SOLIS FERNANDO RAFAEL	70569863	PRODUCCIÓN		
02	JORDY ALEXIS RAMIREZ INCA	74744933	PRODUCCIÓN		
03	AVILES HILARIO JUAN CARLOS	45571305	Producción		
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

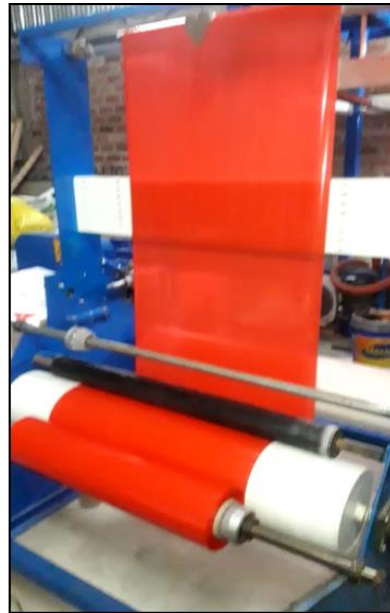
RESPONSABLE DEL REGISTRO		REVISADOR POR:	
NOMBRE Y CARGO:	Kilder Alexander Pérez Vivanco	NOMBRE Y CARGO:	Eduardo G. Castro Quiroz
FIRMA:		FIRMA:	
FECHA:	24/09/2021	FECHA:	24/09/2021

RMHPLAST
SUB GERENTE
Eduardo G. Castro Quiroz

Anexo N°14: Procesos de extrusión y embobinado.



Anexo N°15: Embobinado de bolsas para residuos solidos



Anexo N°16: Evaluación Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&u=1109970712&o=1717848573&lang=es

feedback studio PEREZ VIVANCO KILDER ALEXANDER TESIS_FORMATO_TURNITIN_2.pdf

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título de la Tesis
Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
Pérez Vivanco, Kilder Alexander (ORCID: 0000-0002-5524-9589)

ASESOR:

Resumen de coincidencias

20 %

Match	Source	Percentage
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
4	Entregado a unbosque Trabajo del estudiante	<1 %
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	www.interior.gob.es Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
9	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 88 Número de palabras: 22779 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado

16°C Muy nublado 07:12 p. m. 1/12/2021