

**Propuesta de mejoramiento del proceso productivo de rodillo pelador de mollejas en
la empresa Mantenimiento & mecanizados Javier Peña mediante la filosofía Lean
Manufacturing**

Alexandra Varela Moreno
Juan Pablo Castro Reyes
Oscar Alberto Escobar Ramírez

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

**Propuesta de mejoramiento del proceso productivo de rodillo pelador de mollejas en
la empresa Mantenimiento & mecanizados Javier Peña mediante la filosofía Lean
Manufacturing**

Alexandra Varela Moreno
Juan Pablo Castro Reyes
Oscar Alberto Escobar Ramírez

Director
Luis Othón Gómez Rueda

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

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

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad la evaluación de la efectividad de las herramientas Lean Manufacturing para la identificación de la problemática de productividad en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña, con el objetivo de posteriormente generar las propuestas de implementación de las herramientas seleccionadas. Por otra parte, se evaluará la viabilidad de la implementación de sensores, servomotores, con su respectivo PLC, y la alternativa propuesta por el dueño y fundador de realizar la compra de un torno CNC para mejorar la productividad; estas alternativas se compararán mediante los costos asociados y la mejoría en los tiempos de producción, para en conclusión brindar una metodología de implementación y desarrollo. Además, se decidió brindar propuestas de complementación, las cuales fueron identificadas mediante el desarrollo del presente trabajo, estas alternativas serán suplementarias a la metodología y alternativa seleccionada y se brindan con la intención de un mayor índice de mejoría. El trabajo se realizará bajo la siguiente metodología: Identificación de los antecedentes del problema, descripción y formulación del problema, justificación, diagnóstico de cada una de las herramientas y alternativas, como a su vez se realizara un diagnóstico del sector de interés, y la percepción del mismo por parte de los clientes, adicionalmente se brindaran propuestas por cada una de las alternativas, se realizara la evaluación y selección de la alternativa, y se brindara la metodología de implementación.

Palabras clave: Lean Manufacturing, productividad, mejora, automatización, metodología, tiempos.

Abstract

The purpose of this work is to evaluate the effectiveness of Lean Manufacturing tools for the identification of productivity problems in the company Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña, with the aim of subsequently generating the implementation proposals of the selected tools, on the other In part, the feasibility of the implementation of sensors, servomotors, with their respective PLC, and the alternative proposed by the owner and founder of making the purchase of a CNC lathe to improve productivity, these alternatives will be compared through the associated costs and the improvement in production times, to conclude they were to provide an implementation and development methodology, it was also decided to provide supplementation proposals, which through the development of this work, these alternatives will be supplementary to the methodology and selected alternative and are provided with the intention of a greaterin says improvement. It will be carried out under the following methodology: Identification of the background of the problem, description and formulation of the problem, justification, diagnosis of each of the tools and alternatives, as well as a diagnosis of the sector of interest, and the perception of the In addition, the clients will also provide proposals for each of the alternatives, the evaluation and selection of the alternative will be carried out, and the implementation methodology will be provided.

Keywords: Lean Manufacturing, productivity, improvement, automation, methodology, times.

Tabla de contenidos

Introducción	13
1. Identificación del problema.....	14
1.1. Antecedentes del problema.....	14
1.1.1. Productividad global.....	14
1.1.2. Productividad en Latinoamérica.....	17
1.1.3. Productividad en Colombia.....	19
1.2.1. Descripción de la empresa.....	21
1.2.2. Formulación del problema.....	33
1.2.3. Sistematización del problema.....	33
2. Justificación	34
3.1. Objetivos generales	41
3.2. Objetivos específicos.....	41
4. Marco referencial.....	42
4.1. Marco de referencias	42
4.1.1. Antecedentes de la investigación.....	42
4.2. Marco teórico.....	44
4.3. Marco conceptual	47
4.4. Marco legal.....	48
5. Marco metodológico	51
5.1. Enfoque de investigación	51
5.2. Hipótesis.....	52
5.3. Variables de investigación.....	52
5.4. Población y muestra	52
5.5. Proceso metodológico	55
5.6. Técnicas de recolección de datos	56
6. Diagnóstico	57
6.1. Estudio pronóstico de facturación.....	57
6.2. Productividad	67
6.3. Comportamiento sector avícola 2020.....	73
6.4. Percepción de los clientes de M&M 2020	74
6.5. Herramientas Lean Manufacturing.....	78
6.5.1. Gemba Walk.....	79
6.5.2. 5´S.....	84

6.5.3. TPM.	92
6.5.4. SMED.	95
6.5.5. Kanban.	100
6.5.6. Kaizen.	102
6.6. Diagnostico nivel de automatización	106
6.7. Otros diagnósticos	109
7. Propuestas.....	110
7.1 Propuestas herramientas Lean Manufacturing	110
7.1.1. Propuesta Gemba Walk.	110
7.1.2. Propuesta e implementación 5'S.....	111
7.1.3. Propuesta TPM.	127
7.1.4. Propuesta SMED.....	134
7.1.5. Propuesta Kanban.	137
7.1.6. Propuesta Kaizen.	141
7.1.7. Propuesta VSM.	143
7.2. Propuesta de automatización	145
7.2.1. Costo de la propuesta.	146
7.3. Propuesta de automatización CNC	148
7.3.1. Costo de la propuesta de automatización CNC.	148
7.4. Propuesta para mejora continua.....	149
8. Evaluación y selección entre la propuesta de automatización y la automatización CNC.	150
8.1. Selección de la propuesta	150
8.2. Evaluación de la propuesta.....	150
9. Metodología de implementación.....	155
Resultados	156
Conclusiones	159
Referencias.....	161
Anexos	167

Lista de tablas

Tabla 1. Familia Pistolas corta cloacas empresa M&M.	23
Tabla 2. Familia pistola corta pescuezos empresa M&M.....	25
Tabla 3. Familia maquina peladora de molleja empresa M&M.	26
Tabla 4. Familia de la unidad de mantenimiento empresa M&M.	27
Tabla 5. Clientes de la empresa M&M.	28
Tabla 6. Participación de clientes de la empresa M&M.	29
Tabla 7. Tabla proveedores de la empresa M&M.....	29
Tabla 8. OEE año 2019 empresa M&M.	31
Tabla 9. Cierre contable año 2018 de la empresa M&M.....	35
Tabla 10. Costo generados al fabricar un “Rodillo pelador de mollejas”.....	36
Tabla 11. Días trabajados por el operario encargado de la maquina fresadora.	37
Tabla 12. Participación de la familia peladora de mollejas en la facturación de los últimos cuatro meses.....	38
Tabla 13. Leyes, decretos y resoluciones correspondientes al marco legal.....	49
Tabla 14. Variables de investigaciones dependientes e independientes.	52
Tabla 15. Medición media aritmética.	54
Tabla 16. Valores y frecuencia.	54
Tabla 17. Demanda satisfecha y no satisfecha.....	59
Tabla 18. Resúmenes pronósticos.....	62
Tabla 19 Pronóstica Brown (Calculo del error).....	63
Tabla 20. Pronostico Brown.	65
Tabla 21. Tabla Horas de trabajo máquina.	68
Tabla 22. Producción por máquina.	69
Tabla 23. Resultados Tiempo de ciclo 2019 por trimestre.	71
Tabla 24. Ausentismo empresa M&M.....	72
Tabla 25. Producción pollo toneladas 2015-2020.....	74
Tabla 26. Resumen encuesta de percepción clientes 2020.	75
Tabla 27. Estadísticas de fiabilidad.	76
Tabla 28. Matriz de covarianza.....	76
Tabla 29. Matriz de correlación entre las variables.	77
Tabla 30. Estadísticas de fiabilidad ajustadas exclusión respuestas niveles de producción. ...	78
Tabla 31. Implementación de herramientas Lean Manufacturing de la empresa M&M.	78
Tabla 32. Preguntas y respuestas momento torneado.	80

Tabla 33. Preguntas y respuestas momento fresado.	80
Tabla 34. Preguntas y respuestas momento afilado de buril.....	82
Tabla 35. Evaluación Gemba Walk empresa Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña	83
Tabla 36. Evaluación 5´S M&M (Seiri).	86
Tabla 37. Evaluación 5´S M&M (Seiton).....	87
Tabla 38. Evaluación 5´S M&M (Seiso).	88
Tabla 39. Evaluación 5´S M&M (Seiketsu).	89
Tabla 40. Evaluación 5´S M&M (Shitsuke).	89
Tabla 41. Evaluación 5´S M&M Puntaje y ponderación.	90
Tabla 42. Diagnóstico TPM empresa M&M.	93
Tabla 43. Diagnostico SMED empresa M&M	95
Tabla 44. Tiempos de proceso de torneado.	97
Tabla 45. Tiempos de operaciones proceso de torneado.	98
Tabla 46. Actividades internas de proceso de torneado.....	98
Tabla 47. Tiempos de proceso de fresado.....	99
Tabla 48. Tipo de operaciones proceso de fresado.	99
Tabla 49. Actividades internas proceso de fresado.....	100
Tabla 50. Diagnostico Kanban empresa M&M	100
Tabla 51. Diagnostico Kaizen empresa M&M	103
Tabla 52. Kobetsu Kaizen Flash.	105
Tabla 53. Evento Kaizen.....	105
Tabla 54. Kobetsu Kaizen.....	106
Tabla 55. Diagnóstico automatización empresa M&M I.....	107
Tabla 56. Diagnostico empresa M&M II.	108
Tabla 57. Costo de implementación Gemba Walk	110
Tabla 58. Propuesta SMED proceso de torneado.	134
Tabla 59. Propuesta SMED proceso de fresado.....	135
Tabla 60. Posibles actividades para tarjetas Kanban.	137
Tabla 61. Tarjetas Kanban con su clasificación.....	138
Tabla 62. Costo de cada plan por usuario de la herramienta Kanban Tool	140
Tabla 63. Propuesta Kobetsu Kaizen Flash.	141
Tabla 64. Propuesta Evento Kaizen.	142
Tabla 65. Propuesta Kobetsu Kaizen.	142
Tabla 66. Comparación Tiempo de Ciclo Real (TCR) y Tiempo de Ciclo Ideal (TCI).	144

Tabla 67. Elementos seleccionados para la automatización	146
Tabla 68. Comparación de precios tornos CNC.	148
Tabla 69 Diferencia entre el tiempo de ciclo para una máquina.....	150
Tabla 70 velocidad obtenida	151
Tabla 71 Diferencia de la utilidad obtenida.....	151
Tabla 72 Tiempo liberado de los operarios.....	152
Tabla 73 Tiempo estimado recuperación de inversión	152

Lista de figuras

Figura 1.Crecimiento de la productividad laboral..	15
Figura 2.Países mayor índice productividad.	16
Figura 3.Manufactura.	16
Figura 4.Productividad laboral en Pymes y grandes empresas.	17
Figura 5. América Latina: distribución de las empresas según tamaño.	18
Figura 6.La disparidad de la productividad en América.	18
Figura 7.Desempleo en Colombia.	20
Figura 8.Producto interno bruto Colombia.	20
Figura 9.Empresa Mantenimiento & Mecanizados.	21
Figura 10.Logo Mantenimiento & Mecanizados,	22
Figura 11.Árbol de problemas.	33
Figura 12.Facturación, gastos operacionales y no operacionales. M&M (2019).	35
Figura 13.Rodillos.	36
Figura 14.Value Stream Mapping de la producción del rodillo pelador de mollejas.	39
Figura 15.Diagrama de flujo con símbolos ASME proceso de producción del rodillo pelador de mollejas..	40
Figura 16.Facturación M&M 2009-2020. M&M (2020).	58
Figura 17.Facturación trimestral M&M. M&M (2019).	61
Figura 18.Horas de trabajo máquina. M&M (2019).	69
Figura 19.Horas de producción por máquina. M&M (2019).	70
Figura 20. Diagrama Ishikawa M&M.	72
Figura 21. Implementación herramientas Lean Manufacturing empresa M&M.	79
Figura 22.Diagnostico 5'S M&M.	85
Figura 23.Diagrama distribución 5'S M&M.	91
Figura 24.Almacenamiento M&M.	91
Figura 25.Almacenamiento utillaje M&M.	92
Figura 26.Almacenamiento residuos M&M.	92
Figura 27. Formato clasificación de recursos de la empresa M&M.	112
Figura 28. Recursos obsoletos e implementación de limpieza en la bodega de la empresa M&M.	113
Figura 29. Recursos innecesarios e implementación de limpieza en la bodega de la empresa M&M.	113

Figura 30. Recursos obsoletos, innecesarios e implementación de limpieza en la estantería de la bodega de la empresa M&M.....	114
Figura 31. Clasificación de objetos zona de producción empresa M&M.....	114
Figura 32. Aplicación de orden en la oficina en de la empresa M&M.....	116
Figura 33. Orden estanterías de la empresa M&M.....	116
Figura 34. Aplicación de orden de estanterías en la empresa M&M.....	117
Figura 35. Evidencia de aplicación de orden de la bodega en la empresa M&M.....	117
Figura 36. Aplicación de orden de orings.....	118
Figura 37. Aplicación de orden de elementos de seguridad y tornillería.....	118
Figura 38. Orden almacenamiento de herramientas de la empresa M&M.	119
Figura 39. Aplicación de orden y limpieza en el almacenamiento de herramientas en la empresa M&M.	119
Figura 40. Aplicación de limpieza I fresadora.....	120
Figura 41. Aplicación de limpieza II fresadora 2.	121
Figura 42. Aplicación de limpieza torno.....	121
Figura 43. Aplicación de limpieza fresadora 1.	122
Figura 44. Aplicación de limpieza en la mesa de trabajo	122
Figura 45. Formato cronograma de limpieza empresa M&M.	123
Figura 46. Estandarización limpieza empresa M&M.	124
Figura 47. Implementación demarcación de máquinas en la empresa M&M.	125
Figura 48. Implementación demarcación de almacenamiento de herramientas en la empresa M&M	126
Figura 49. Desechos de la implementación 5'S de la empresa M&M.....	126
Figura 50. Ficha técnica fresadora.	127
Figura 51. Despiece fresadora.....	128
Figura 52. Gama de Mantenimiento fresadora.	129
Figura 53. Ficha técnica torno.	130
Figura 54. Despiece torno Reed Prentice.....	131
Figura 55. Gama mantenimiento torno.	132
Figura 56. Descripción actividades mantenimiento.....	133
Figura 57. Cronograma mantenimiento.	133
Figura 58. Formato de inventario para herramientas.....	136
Figura 59. Tarjetas Kanban.....	139
Figura 60. Tarjetas Kanban.....	139

Figura 61. VSM propuesta.....	144
Figura 62. VSM calculado con el nuevo tiempo de ciclo.....	154
Figura 63. Cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas lean manufacturing y propuestas complementarias.....	156
Figura 64. Cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas Lean Manufacturing y propuestas complementarias.	157
Figura 65. Cuadro resultados empresa M&M mediante sistema de automatización seleccionada.....	158

Introducción

La presente investigación estará basada en el tema de productividad de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña ubicada en la ciudad de Bogotá perteneciente a el sector metalmecánico, con un enfoque en las problemáticas o fallas de producción de las cuales se analizará la relación mediante indicadores productivos(OEE), en los cuales se medirá la efectividad en la producción, los tiempos muertos, y demás factores que podrían estar influyendo en el incumplimiento de las órdenes de compra, las fechas establecidas de producción y los costos totales de producción.

La investigación frente a la problemática fue realizada por el interés del mejoramiento productivo de las empresas Pymes en Colombia del sector metalmecánico.

Por otra parte el índice de producción y la identificación de las causas que generan un déficit productivo permitirá brindar una alternativa a las problemáticas identificadas, por medio de las distintas metodologías y estrategias de la Ingeniería Industrial, sin embargo es sugerido por el representante legal Javier Peña Santamaría, un mejor acondicionamiento de la maquinaria que permitan un menor tiempo de producción en la elaboración de los productos vendidos con mayor frecuencia, por otra parte se sugiere implementar sensores y servomotores.

El cuerpo del trabajo presenta el desarrollo de la investigación de la siguiente forma, del capítulo uno al capítulo cinco, corresponden a la parte de fundamentación del trabajo; en el capítulo seis, se muestra un diagnóstico de la empresa, en el cual se aplicaron, varias herramientas para tener una perspectiva de la situación de la empresa, frente al cumplimiento de algunas herramientas de lean Manufacturing, un diagnóstico de automatización y otros diagnósticos complementarios a las herramientas de lean; posteriormente el capítulo siete presenta las propuestas diseñadas en función de ese diagnóstico, donde se le presentan a la empresa diferentes alternativas que le pueden ayudar a aumentar su productividad; en el capítulo ocho se realiza una evaluación financiera de las propuestas de automatización para seleccionar la mejor alternativa que la empresa podría implementar para la mejora de su productividad; por último, en el capítulo nueve está planteada una estrategia para la implementación de las propuestas, posteriormente se presentan las conclusiones y recomendaciones producto del proceso desarrollado en la investigación.

1. Identificación del problema

En este capítulo se presentan los antecedentes del problema a nivel mundial, continental y local, teniendo en cuenta aspectos relacionados a la productividad de las empresas en diferentes países y los datos suministrados por entes u organizaciones que compilan e interrelacionan la información obtenida de estos países.

Se presenta además la descripción de la empresa, con la intención de conocer los aspectos esenciales de la misma, tales como, proveedores, clientes y más importante aún los productos que fabrican, cada uno con su correspondiente participación dentro de la facturación de la empresa y por medio del cálculo del indicador de productividad OEE evidenciar la situación de esta, dicha situación se presentara en un árbol de problemas.

Por último, en este capítulo se presenta la pregunta problema basada en la identificación del mismo y la sistematización del problema por medio de varias preguntas.

1.1. Antecedentes del problema

1.1.1. Productividad global.

La productividad global según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico(OECD por sus siglas en ingles), presenta “Low productivity jobs continue to drive employment growth”(2019) Presenta un incremento de empleos en los países pertenecientes a la Unión Europea, sin embargo los trabajos son regidos por actividades de baja productividad empresarial y salarios bajos, esto conlleva a un crecimiento débil de la productividad; En Francia, Alemania y el Reino Unido que son los líderes en la generación de empleo representando la tercera parte a nivel mundial, se observa que los salarios son inferiores al promedio. Por otra parte, en Bélgica, Finlandia, Italia y España, las industrias presentan un índice de productividad elevado y son así mismos los que presentan la mayor tasa de pérdida laboral (OECD, 2019).

El crecimiento de la productividad laboral se ha ido desacelerando según la OECD en un 0,9% desde el año 2010, sin embargo debido a la crisis presente en el periodo del 2000 al 2005 la desaceleración fue mucho más significativa, lo que además de afectar al continente europeo, tuvo también repercusiones en el resto del mundo, como se puede observar en la figura 1, no se ha registrado otra tasa de crecimiento anual de productividad con los mismos valores ni en Europa, la unión Europea y tampoco en el resto de países que mide la OECD, además en la Figura 1 se puede evidenciar que al hacer una comparación de la tasa tanto en la Unión Europa como en el área europea, ha ocurrido una disminución en la tasa desde el cuatrienio del 2010 al 2014 para el cuatrienio del 2014 al 2018, a diferencia del promedio registrado por la OECD

en este mismo periodo aumento, sin embargo la tasa de la OECD no ha superado su tasa del quinquenio del 2005 al 2010.

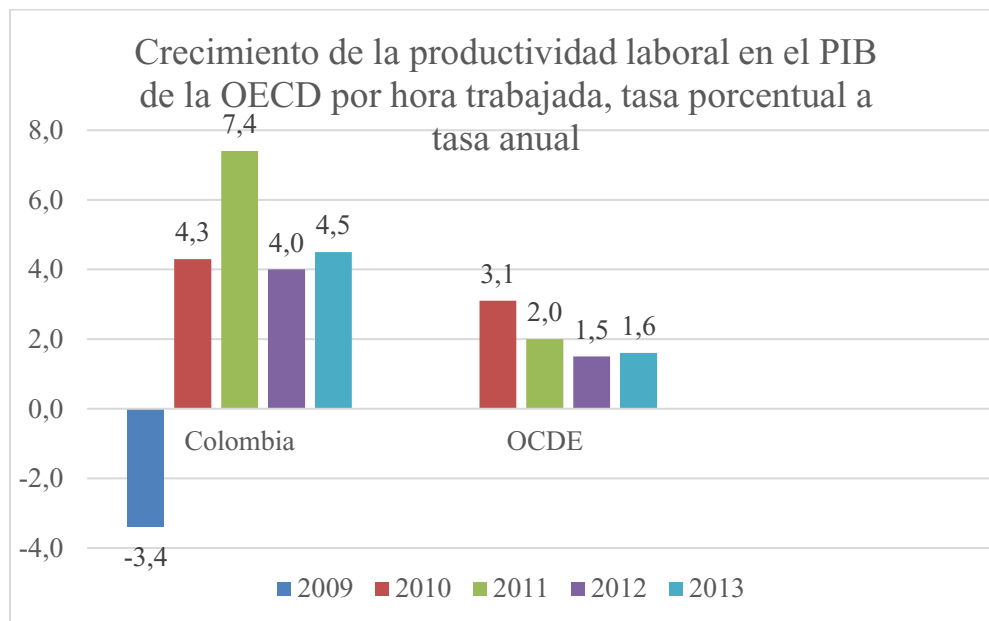


Figura 1. Crecimiento de la productividad laboral. OCDE (2019).

Podemos establecer que la desaceleración del crecimiento de productividad es una problemática que afecta a todo el mundo, pero independientemente cada país cuenta con un índice de productividad propio, sin embargo, estos índices de productividad también se ven afectados por el tiempo y la situación que atraviesa cada uno en ese momento, en la **Figura 2** se observan los países que han tenido un mayor índice de productividad a través de cinco intervalos de tiempo, los cuales son 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2014 y 2014-2018; en la **Figura 2** se puede observar cómo seis de los siete países tuvieron un mejor índice de productividad en años anteriores al 2000, índice que al comparar con el del año 2018 se ve reflejado por debajo del 50% de lo que se registró antes del 2000, además Italia registró en el quinquenio de 2005-2010 un índice negativo, Estados Unidos, Reino Unido y Japón alcanzaron un índice de productividad mayor en el cuatrienio de 2014-2018 a diferencia de los 4 países restantes, lo que se puede interpretar como una mejora en la situación económica de los países ya mencionados, aun así cabe resaltar que Japón ha tenido un crecimiento desde el quinquenio de 2005-2010 con un comportamiento constante en este índice desde el declive abrupto en el quinquenio del 2000-2005; en el quinquenio de 2005-2010 se presentó en estos países el menor índice de productividad registrado en los cinco intervalos de tiempo mencionados a excepción de Estados Unidos y el Reino Unido.

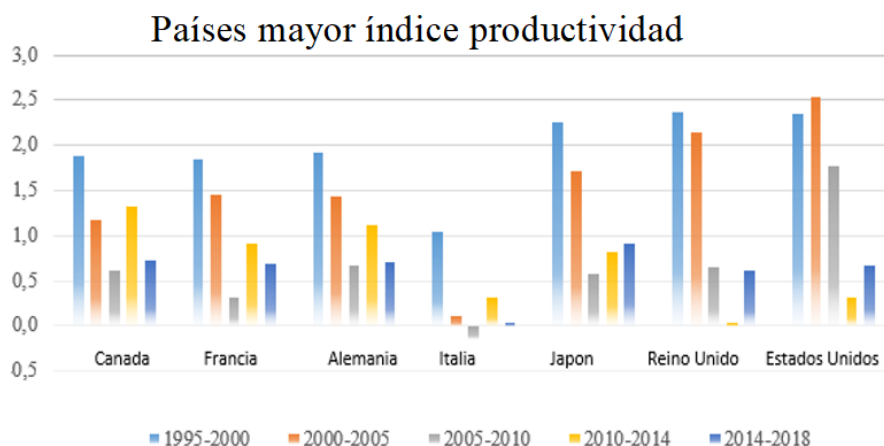


Figura 2. Países mayor índice productividad. OCDE (2019).

La productividad laboral por parte del sector manufacturero decreció los últimos años según el último informe de OCDE, analizando las tasas de crecimiento durante los periodos de 2010-2017, se pueden observar en la Figura 3, los países más afectados son Estados Unidos, Hungría, Polonia, Suecia, entre otros más; la variación se muestra en los Estados Unidos con una tasa de -0.6% hasta 5,1% por parte de República Checa. El crecimiento correspondiente a Irlanda se da por parte de una reestructuración del sector del país, potenciado por el arrendamiento de aviones y por la reubicación de empresas de propiedad intelectual, lo anterior generó un notable crecimiento en comparación a los demás países registrados por la OCDE durante el periodo analizado.

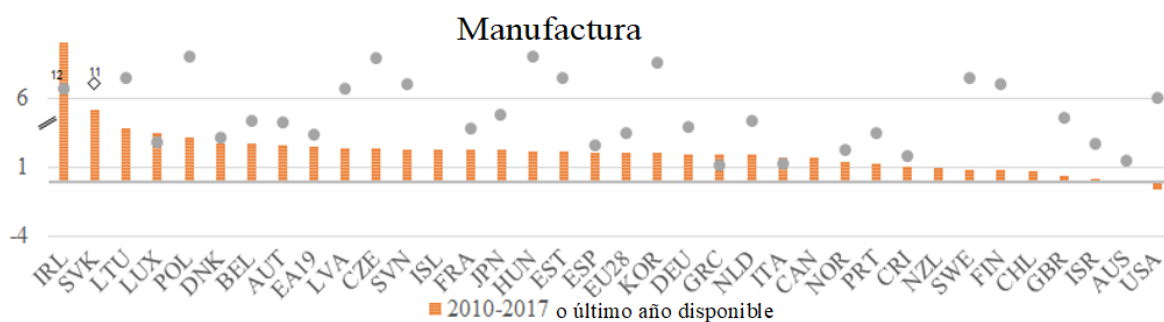


Figura 3. Manufactura. OCDE (2019).

Las brechas de la productividad vistas desde una comparativa según el tamaño de la empresa es decir el número de trabajadores remunerados pertenecientes a la organización en este caso en un estudio publicado por la OECD en el año 2016, genera la estadística gráfica como podemos observar en la

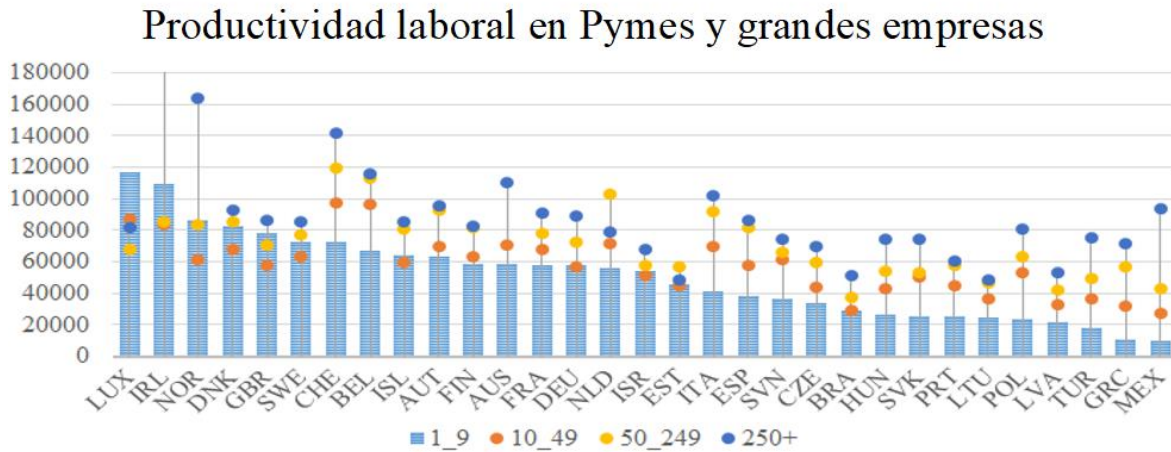


Figura 4:

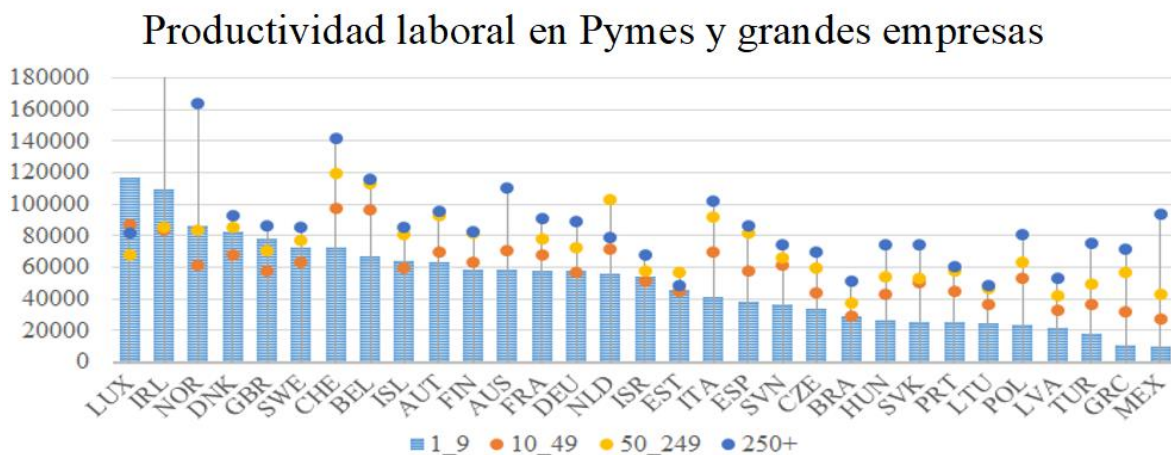


Figura 4. Productividad laboral en Pymes y grandes empresas. OCDE (2019)

En

la

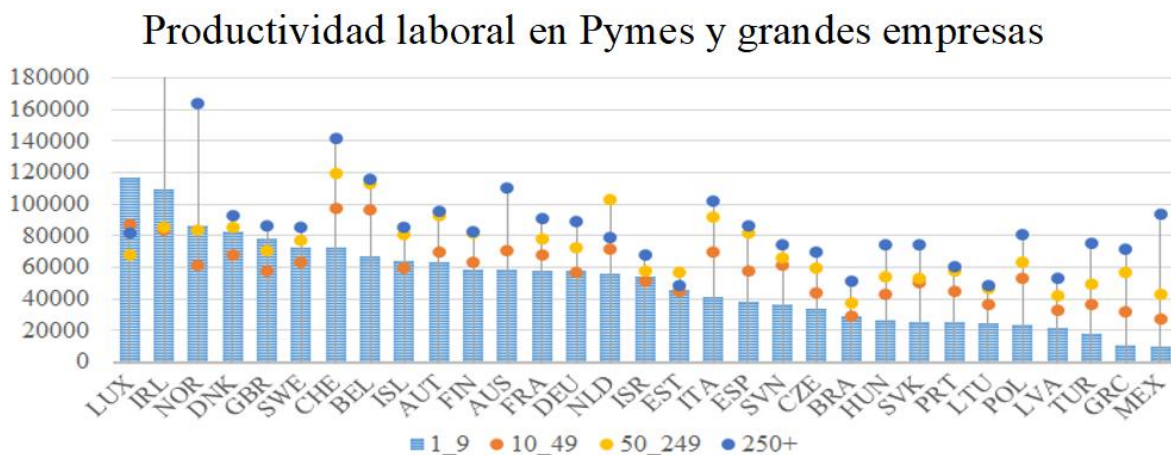


Figura 4 se presenta una comparativa entre 31 países y el comportamiento de la productividad en cada uno de ellos, sin embargo, más que enfocar en un solo país podemos observar que en

la mayoría de los casos la productividad de las grandes y medianas empresas es superior a la reportada por las microempresas y pequeñas empresas. Esto en parte se debe a la diferencia y brecha tecnológica y recursos disponibles para el desarrollo de cada una de las organizaciones, sin embargo, cabe mencionar que la aplicación de metodologías y filosofías de ingeniería también generan brechas las cuales finalmente terminan brindando una mejor competitividad y valor agregado en el mercado nacional o internacionalmente.

1.1.2. Productividad en Latinoamérica.

En Latinoamérica los problemas de productividad, en las Mipymes, están fundamentados en el hecho de que la mayoría de gobiernos latinos no están preparados o no aportan al desarrollo de las Mipymes, lo que significa que los gobiernos no destinan los suficientes recursos para el correcto desarrollo de los diversos sectores de la economía en donde se encuentran distribuidas estas empresas, a pesar de que en casi toda Latinoamérica el porcentaje que representan estas empresas es mayor que el representado por las empresas de mayor magnitud como se puede observar en la **Figura 5**; otro de los factores que intervienen en la producción de estas empresas, es la falta de preparación y orientación de las mismas, crean un vacío en el enfoque de la empresa. Además, esto repercute en el no cumplimiento y el no seguimiento de los objetivos, la visión y la misión empresarial, lo que se resume en un aumento en la dificultad de integración de las acciones de apoyo mediante los programas generales de transformación productiva (los cuales para serán de ahora en adelante nombrados PTP).

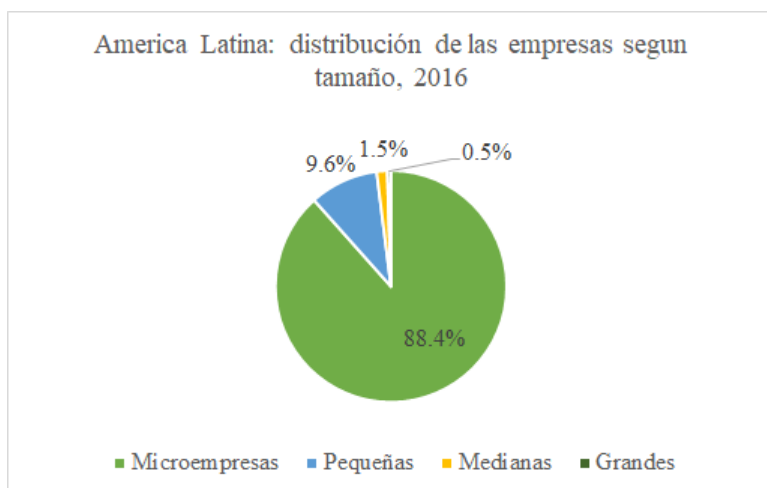


Figura 5. América Latina: distribución de las empresas según tamaño. Cepal (2016)

Es importante tener en cuenta que en el subcontinente Latinoamericano se observan diferencias significativas entre las divisiones del mismo, la productividad de la parte superior del continente cuenta con una producción por trabajador que sobrepasa a los de la parte inferior, en más de un tercio en la mayoría de los casos, como se puede observar en la **Figura 6**.

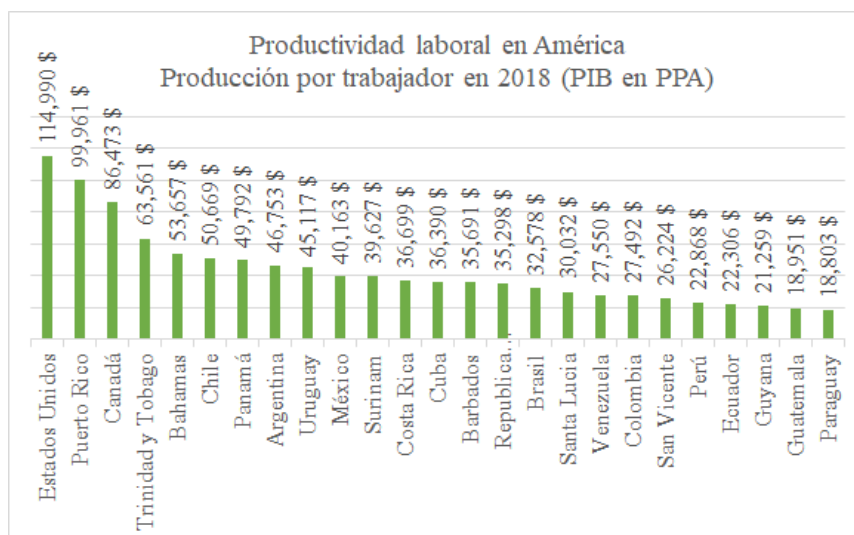


Figura 6. La disparidad de la productividad en América. EOM (2019).

Al hacer una comparación de los países el continente que encabezan cada hemisferio se puede evidenciar que Estados Unidos como el de mayor producción por trabajador en el año 2018 supera en más del 50% a Chile, que es el primero del hemisferio sur con 50,669\$ dólares de producción por trabajador; al observar la diferencia entre el último país de la lista y el primero se pueden interpretar que las condiciones económicas de ambos tienen una diferencia abismal, que pueden ser causados por un mal sistema no solo de gobierno, sino por la actualidad política, así como las relaciones internacionales de cada uno; un claro ejemplo de esto es mencionado por Merino(2019) quien explica que la razón por la que Puerto Rico se encuentra en el segundo lugar, es en parte por el apoyo de Estados Unidos al mismo y además por el uso del dólar como su moneda. Esto les permite depender en parte del sistema político y de la economía de Estados Unidos(pag.2). Es importante resaltar que la mayoría de países del hemisferio sur tienen producción por trabajador por debajo de los 40,000\$ dólares, del hemisferio sur solo Chile, Argentina y Uruguay están por encima de este valor, pero aun así la diferencia entre Uruguay y Brasil es de 12,539\$ dólares por trabajador, es otras palabras Uruguay supera la producción por trabajador de Brasil en un 27,79%, ubicándose estos entre el tercer y cuarto puesto del hemisferio sur respectivamente.

1.1.3. Productividad en Colombia.

En Colombia las pequeñas y medianas empresas son un pilar fundamental de la economía, su crecimiento se encuentra limitado por los recursos, mercado e incertidumbre sobre una posible ampliación debido al riesgo que contraen, la brecha en comparación a los beneficios de las grandes empresas genera una segmentación del mercado, la cual ha generado una división entre los sectores productivos y laborales en tres partes. Dichos sectores son definidos por Martínez, (2019) de la siguiente forma:

Uno moderno con altos niveles de productividad y especialmente vinculados a la exportación y grandes empresas industriales y de servicios, poco generadores de empleo; otro intermedio de más baja productividad pero que concentra mayor proporción del empleo total (en su mayor parte empleo de mala calidad) y un tercer segmento tradicional y de subsistencia vinculado principalmente a micro negocios urbanos, actividades por cuenta propia y la pequeña agricultura y ganadería, con muy bajos niveles de productividad y que concentra aproximadamente la mitad del empleo (se trata, en casi su totalidad, de empleo de mala calidad). (p.68).

Por ello es necesario el óptimo desarrollo de las pequeñas y medianas empresas, al tener en cuenta que no solo su crecimiento podría aportar a ellas mismas, sino a la economía nacional, ya que al tener empresas mejor preparadas desde sus inicios se puede tener una capacidad de producción óptima en todos los sectores productivos del país, permitiendo la incursión de estas empresas en el mercado internacional, siendo competitivas tanto por su capacidad de oferta, tanto como por la calidad que ofrecen los mejores procesos.

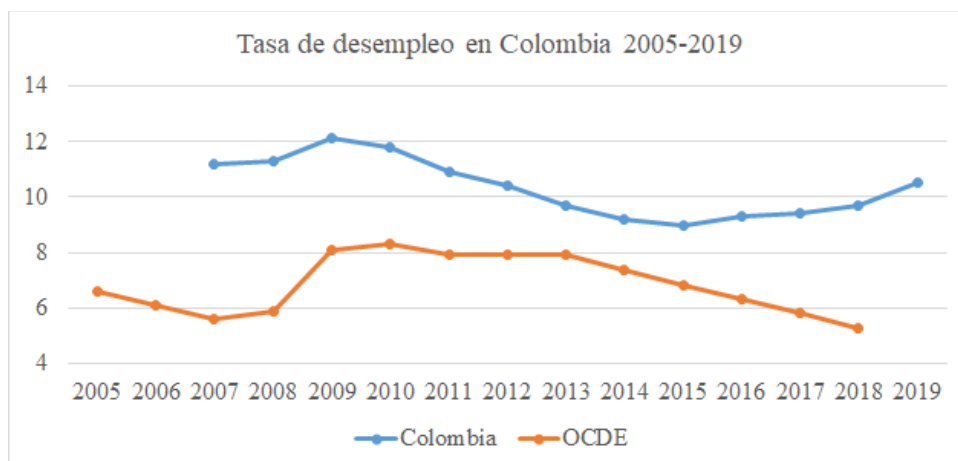


Figura 7.Desempleo en Colombia. OCDE (2019)

La productividad en Colombia se encuentra arraigada a la tasa de desempleo del país, se debe al desaprovechamiento de la mano de obra calificada, por factores como la falta de oportunidad, inversión en las industrias, poca creación de nuevas empresas que aumenten el crecimiento de los diferentes sectores en el país. Se puede observar la **Figura 7.Desempleo** en Colombia. OCDE (2019) desarrollada por la OCDE analizando la tasa de desempleo durante los periodos del 2005-2019, se evidencia que el país lleva una tasa mayor en comparación a la media de los países analizados en el informe, en el año 2019 cuenta con una tasa de desocupación laboral de 10,5% de la fuerza laboral (FL). La tasa más alta y baja analizada en estos periodos fue de 12,1% de la FL en el año 2012 y 9% en el año 2015; mientras que el

promedio de los países de la OCDE en el año 2018 muestra una tasa de desocupación de 5,3% de la FL: la tasa más alta analizada en estos periodos fue de 8.3% en el año 2010.

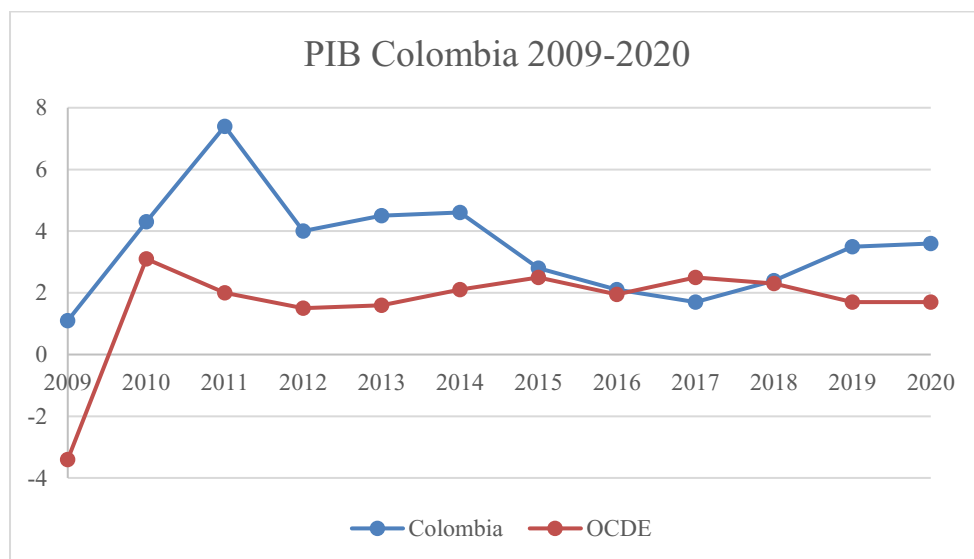


Figura 8.Producto interno bruto Colombia. OCDE (2019).

El producto interno bruto del país tiene buenas proyecciones según el informe 2019 de la OCDE, donde se estima un 3.3% tasa de crecimiento proyectada, Colombia durante el periodo analizado 2009-2021 muestran unas tasas de crecimientos mucho mayores al promedio de países analizados en la OCDE observado en la **Figura 8**. esto se debe a que Colombia como país en desarrollo debe aumentar su productividad, su PIB y disminuir su tasa de desempleo para intentar disminuir la brecha que existe con países desarrollados.

1.2 Descripción del problema

Para la descripción del problema se realizará primero el acercamiento de la empresa con la finalidad de conocer el comportamiento y sector industrial al cual pertenece, la familia de productos que elabora, así como su participación en la facturación, así como los clientes y proveedores principales. Luego se presentará el índice de productividad global inicial y se procederá a la elaboración del árbol de problemas para la identificación de los problemas presentes y su origen, la formulación del problema a raíz de lo identificado anteriormente y por último se procederá a la sistematización del problema identificado.

1.2.1. Descripción de la empresa.

El nombre registrado en la cámara de comercio es Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña con el NIT 79.483.969 está ubicada en la ciudad de Bogotá, cuenta con una única sede en la dirección Calle 41 a sur # 83-22, está ubicada en la zona sur de Bogotá en el barrio San Carlos. En la **Figura 9**. se observa la empresa desde la vista frontal:



Figura 9. Empresa Mantenimiento & Mecanizados. Elaboración propia.

La empresa cuenta con 5 empleados, es de carácter familiar, su registro en el RUT indica que se dedica a la actividad 3312 Mantenimiento y reparación especializada de maquinaria y equipo y 2819 Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso general n.c.p. a lo largo de los años, Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña, ha trabajado en la búsqueda y posicionamiento en el mercado, es por esto que para el año 2019 se crea el logo empresarial, para la representación de la empresa, como se observa en la **Figura 9**



Figura 10. Logo Mantenimiento & Mecanizados, M&M (2019).

Esta empresa recibe el nombre de “MANTENIMIENTO & MECANIZADOS JAVIER PEÑA”, se denota la sencillez en el nombre, porque marca literalmente la actividad económica de la empresa y el nombre de su fundador quien es Javier Peña Santamaría. Esta microempresa inició ya hace más de 10 años con un único trabajador quien era Javier Peña, lastimosamente el crecimiento de la empresa inició realmente hace aproximadamente 3 años, ya que antes simplemente se veía como sustento del día a día, sin embargo, al día de hoy se pueden denotar grandes mejoramientos en lapsos de tiempo cortos.

En la empresa se encuentran múltiples problemas en la producción relacionados con los tiempos de producción y la calidad final de los productos, incurriendo en costos adicionales

por despacho, por reprocesos y además en el no aprovechamiento de la oportunidad de negocio al no tener una producción más alta, teniendo en cuenta que se generan órdenes de compra suficientes para tener un ingreso fijo mayor en un 70% del que se cuenta actualmente. Por otra parte, los tiempos de producción y los tiempos muertos generan un aumento en los costos de producción disminuyendo la utilidad bruta de los productos ofertados. Igualmente, se han observado riesgos laborales en la fabricación de las piezas: grilletes y eslabones, ya que al momento de su realización se encuentra en el proceso de perforación una vibración y un riesgo alto de que la máquina se averíe al momento de la fabricación de las piezas principalmente: cuchillas cortacloacas, cortapescuezos, horquillas.

La empresa objeto de estudio cuenta con una gran variedad de productos, los cuales pueden agruparse en cuatro familias, cada una de ellas maneja tiempos de producción distintos, e igualmente aportan de manera distinta en la facturación de la empresa. La familia perteneciente a la pistola y repuestos de pistola cortacloacas cuenta con aproximadamente 32 referencias, la pistola corta pescuezos cuenta con 16 referencias de productos, la máquina peladora de mollejas cuenta con 8 referencias de producto. Finalmente, en la categoría neumática y demás encontramos una gran variedad de referencias las cuales son específicas, con productos modificados o realizados para cumplir justamente como lo solicitado por los clientes.

La familia de pistola corta cloacas cuenta con un gran número de referencias a comparación de las otras familias pertenecientes como se puede observar en la **Tabla 1.** Sus repuestos son vendidos usualmente al momento de que el cliente solicita la reparación o mantenimiento preventivo, se realiza la comprobación del estado inicial de la pistola, se desarma y se genera un informe de las piezas requeridas para la reparación de la pistola dependiendo de la empresa en la cual se va a realizar el servicio en esta es necesario remitir cotizaciones, para su posterior aprobación y aceptación, por otra parte es también solicitado principalmente por POLLO ANDINO S.A órdenes de compra de repuestos para mantener en inventario, por último normalmente se cuenta con un inventario con la capacidad de cubrir la demanda de estas piezas.

Tabla 1.

Familia Pistolas corta cloacas empresa M&M

Familia pistolas corta cloacas		
Referencia	Producto	% participación en ventas
1330042	Cuerpo de pistola de segunda	10,35%

1342004	Corona	9,29%
1337018	Estator	6,63%
1312045	Eje de engranaje	6,37%
3330007	Cabezal	5,97%
1312044	Rotor ranurado	5,44%
1346001	Válvula de agua original jarvis	4,78%
1342003	Estator de segunda	4,64%
1304035	Engranaje planetario	3,91%
1350042	Escudo motor trasero	3,72%
1350080	Paletas de rotor	3,32%
1304034	Válvula de entrada de aire	3,32%
1312043	Escudo de motor frontal	3,18%
Servicio	Válvula de agua	2,79%
1327038	Eje de corte	2,63%
3327002	Válvula de agua	2,52%
1349001	Cuchilla7/8	1,99%
1350032	Cuchilla7/8	1,99%
1324066	Juego de rodamientos completo	1,99%
1311019	Mantenimiento y puesta en marcha	1,99%
1317010	3/8 pilot pin	1,86%
1345005	Gatillo de vacío	1,86%
1338017	Leva de gatillo	1,06%
1311018	Palanca de acelerador	0,66%
1327047	Palanca de acelerador	0,66%
1324040	Conector de válvula	0,66%
1316037	Sello de válvula de aire	0,66%
1324033	Resorte para válvula de agua	0,66%
1324061	Rodamiento hk 4*7*7 juego por dos	0,60%
1343022	Anillo colgante	0,60%
1350033	Disparador de motor de aire	0,60%
1301060	Buje de gatillo	0,46%
1327062	Rodamiento hk 0810	0,46%
1303022	Pin de piñones planetarios	0,40%

1350081	Racor de espina	0,33%
1350043	Espaciador del eje	0,33%
1301092	Niple de barril acero inoxidable	0,20%
1317012	Racor de espina de 3/16	0,20%
1343004	Sello de junta	0,20%
1327064	Juego de oring por dos	0,11%
1327063	Pin de pivote palanca	0,07%
1327048	Tornillo	0,07%
1350066	Pasador de retención del gatillo	0,07%
1311020	Arandela de seguridad dividida	0,07%
1017084	Silenciador	0,07%
1324017	Pantalla de aire	0,07%
1327046	Tornillo de cabeza de soc	0,07%
1311021	Anillo de retención	0,07%
1303019	Sello de oring / oring para cabezal	0,05%
1311017	Pin del vástago	0,03%
Total		100%

Nota. Fuente M&M. Elaboración propia.

La familia corta pescuezos observada en la **Tabla 2.** tiene un comportamiento similar a la familia de la **Tabla 2.** en las cuales se realizan al momento de generar un servicio de reparación de la pistola corta pescuezos, el producto más vendido de esta familia son las cuchillas corta pescuezos de las cuales se cuenta con un inventario suficiente la mayoría del tiempo.

Tabla 2.

Familia pistola corta pescuezos empresa M&M.

Familia	Referencia	Producto	%precio/precio total
	1347006	Cuerpo de pistola	24,993%
Familia	1305020	Cilindro de aire	19,732%
pistola	N/a	Pistón neumático	18,942%
cortapescuezos	1332050	Cuchillas corta pescuezos juego por dos	9,997%

1332050	Cuchillas corta pescuezos juego por dos	9,997%
1350096	Juego de horquillas por dos	8,813%
1310047	Yugo	3,762%
1327065	Chaveta	1,052%
1304042	Placa de apoyo juego por dos	0,789%
1301111	Tornillo de enlace juego por 2	0,658%
1327073	Pin de conexión	0,658%
Servicio	Afilado juego de cuchillas	0,605%
		100%

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

La familia maquina peladora de mollejas costa de once productos que tienen como funcionalidad el pelado de mollejas como se observa en la **Tabla 3**. Donde el producto más valioso para la empresa es la máquina de mollejas completa en acero inoxidable con un porcentaje mayoritario de 38,8% y el producto con la participación inferior son los bujes para los rodillos con un 0,72%.

Tabla 3.

Familia maquina peladora de molleja empresa M&M.

Familia	Referencia	Producto	%precio/precio total
	N/a	Maquina peladora de mollejas completa en acero inox	38,836%
Familia maquina peladora de mollejas	N/a	Maquina peladora de mollejas completa en acero 8620	28,998%
	N/a	Rodillo motriz en acero inoxidable	7,146%
	N/a	Rodillo de transmisión en acero inoxidable	6,732%

N/a	Rodillo motriz en acero 8620	5,028%
N/a	Rodillo de transmisión en acero 8620	4,457%
N/a	Bases en acero inoxidable und	3,728%
Servicio	Rectificado de rodillos por unidad	1,657%
N/a	Juego de bujes para base (x2)	1,450%
N/a	Ejes internos en 4140 templado	1,243%
N/a	Bujes para rodillos	0,725%
Total		100%

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

La familia de la unidad de mantenimiento consta con una participación de sus productos de una forma concentrada por debajo del 10% de participación con aporte al precio total, pero existe un producto con una participación mayoritaria de importancia según el precio y lo es la unidad de mantenimiento completa con un 56,6% según lo observado en la **Tabla 4**.

Tabla 4.

Familia de la unidad de mantenimiento empresa M&M.

Familia	Referencia	Producto	%precio/precio total
	N/a	Unidad de mantenimiento completa	56,604%
	1350051	Válvula de señal de segunda	9,434%
Familia de la unidad de mantenimiento	N/a	Válvula 3/2	5,930%
	1350055	Válvula de aire	5,930%
	N/a	Válvula 5-2	4,987%
	1350050	Filtro con regulador	4,852%
	N/a	Reguladores para racor de 1/4 estándar	3,235%
	1350067	Regulador	3,235%

3350002	Venturi	2,426%
N/a	Tapa para válvula de señal	2,156%
1350048	Manómetro	1,213%
Total		100%

Nota. Fuente M&M. Elaboración propia.

Los clientes con los que cuenta la empresa mantenimiento & mecanizados Javier Peña se desempeñan en el sector avícola, Mantenimiento & Mecanizados cuenta con la experiencia de 10 años en la cual ha buscado la fidelización de sus clientes por medio del servicio destinado a los mismos, esto ha permitido conservar al día de hoy clientes con los que se inició la empresa como lo es AGROINDUSTRIAS UVE S.A, el cual lleva 10 años como cliente, la empresa más reciente ha sido ARETAMA S.A.S, teniendo un año de antigüedad, por otra parte se cuentan con grandes empresas como POLLO ANDINO S.A; finalmente se encuentran en proceso de acuerdos para iniciar acuerdos de trabajo con dos plantas ubicados en Ibagué, y SAVICOL S.A empresa ubicada en el sector de Bogotá. Como podemos observar en la **Tabla 5**, la empresa actualmente cuenta con 10 clientes.

Tabla 5.

Clientes de la empresa M&M.

Nombre	Nit	Tamaño empresa	Dirección	Ciudad
Agroindustria uve s a - en reorganización	860065624-5	Grande	Calle 17 b no 32-28	Bogotá D.C.
Pollo andino s.a.	860076820-1	Grande	Carrera 37 no 7 49	Bogotá D.C.
Coopvencedor - en reorganización	860522164-1	Grande	Cr 33 no 17 b 45	Bogotá D.C.
Pollo olímpico s a	860065656-0	Grande	Carrera 79 d no 16 c 51	Bogotá D.C.
Sitara s a s	900.736.050-2	No registra	Cr 33 # 10 – 79	Bogotá D.C.
Procesadora de pollos garzón s.a. s	890707006-9	No registra	Km 1 variante Ibagué- Bogotá	Ibagué

Procesur fr s.a.s – reorganización	830.069.986	No registra	Aut sur # 69 – 00	Bogotá D.C.
Proceavicola Ltda.	900072898-1	No registra	Km 4 vía acacias	Villavicencio
Procesadora avícola de Colombia s.a. s	900628865-5	Microempre sa	Tv 81 b no. 34 a 06 sur	Bogotá D.C.
Inversiones Avicentro s.a. s	830084981-1	Mediana	Cr 34 bis no. 12a-25	Bogotá D.C.

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

Para el desarrollo del trabajo es importante tener en cuenta la participación de los clientes en la facturación de la empresa, lo que puede dar una amplia idea de los productos que son más solicitados, cuáles son los que toman más parte de la disponibilidad de las máquinas, así como de la materia prima, además de las distribución de los operarios para realizar los productos requeridos por lo clientes y a su vez, la participación de los productos en la facturación de la empresa, para ello, se realizó la **Tabla 6** en donde se muestra la participación de los clientes en la facturación del año 2019, dando los valores en cifras porcentuales para tener una idea más clara y objetiva de la importancia de los clientes en la empresa.

Tabla 6.

Participación de clientes de la empresa M&M.

Nombre	Participación porcentual facturación 2019
Procesadora de pollos garzón s.a. s	33,350%
Sitara s a s	20,066%
Inversiones avicentro s.a. s	17,455%
Agroindustria uve s a - en reorganización	11,709%
Pollo andino s.a.	6,689%
Pollo olímpico s a	6,689%
Procesadora avícola de Colombia s.a. s	1,926%
Coopvencedor - en reorganización	1,101%
Procesur fr s.a.s - reorganización	1,016%
Proceavicola Ltda.	0,000%

Nota. Fuente M&M. Elaboración propia.

Como podemos observar en la **Tabla 7**. La empresa Mantenimiento & mecanizados Javier Peña cuenta con distintos proveedores para la adquisición de materia prima, y demás insumos

solicitados, actualmente se cuentan con alrededor de 18 proveedores principales, es decir proveedores a los que se le realizan compras constantes y 12 proveedores secundarios en los cuales se realizan compras en momentos determinados, estos proveedores están en su mayoría ubicados en la zona industrial de Bogotá hasta San Facón carrera 22.

Tabla 7.

Tabla proveedores de la empresa M&M.

	Proveedores productos	Proveedores servicios
	Nombre	Nombre
Principales	Cortesa	Tratercol s.a.s
	Inter-tram	Hidraulic
	Acefer	Alfonso salas
	Lugo hermanos s.a	Bdiaz
	Mundial tornillos	Fabritornillos
	Axxecol	Universal de resortes
	Hego	
	Herratec	
	Dicson	
	Dycor	
	Universal de cauchos hurtado	
	s.a. s	
Secundarios	Plásticos y herramientas	Bdiaz
	s.a.s	Fabritornillos
	Colombiana de bronces y	Universal de resortes
	latones	
	I.r.c.i	
	Impoinox	
	Ferreteria j.r.c	
	Varrillas y electricos	
	Tienda hidraulica	
	Mundial de aluminios	
	Ferreteria internacional	
	Los 29 cauchos	

Nota. Proveedores de la empresa M&M ponderación, Fuente M&M. Elaboración: propia.

Como podemos observar en la **Tabla 8.** de productividad de la empresa para el año 2019 tomando como referente la familia de productos “maquina peladora de mollejas”, es considerablemente bajo, generalmente el indicador OEE, se considera que está por debajo cuando su valor calculado se encuentra en un rango específico el cual es mencionado por Sumaedi, Shilul(2020) “El valor OEE puede seguir el estándar de clase mundial ideal con el valor de disponibilidad estándar del 90%, eficiencia de rendimiento del 95%, índice de calidad del 99% y OEE del 85%.”, según este estándar mundial podemos concluir que a pesar de que los valores de disponibilidad y calidad se encuentran por encima del estándar, el indicador de desempeño se encuentra muy por debajo del valor establecido mundialmente, lo que hace que el indicador de efectividad total de los equipos sea bajo, por lo que es esencial tomar las medidas necesarias para que el desempeño de la empresa suba más del 40% trimestral.

Tabla 8.

OEE año 2019 empresa M&M.

		Cálculo del OEE 2019				
Unidades	Periodo de tiempo	Operario	1	1	1	1
		Trimestre	1	2	3	4
		# Turno	1	1	1	1
Horas	Trimestral	Turno	592	584	600	600
Horas	Trimestral	Paros Programados	108	106	110	110
Horas	Trimestral	Otros paros no programados (operario)*	103	108	96	102
Horas	Trimestral	Total, turno	484	478	490	490
Horas	Trimestral	Tiempo Muerto	9	8	4	5
Horas	Trimestral	Tiempo que trabajo el Op	372	362	390	383
Piezas	Trimestral	Piezas producidas totales	12	10	14	11
Horas	Trimestral	Horas producción por pieza	31	36	28	35
Piezas	Trimestral	Piezas rechazadas	0	0	1	0

Piezas						
Piezas	Trimestral	que debían hacerse hecho	20	20	24	24
%	Trimestral	Disponibilidad	76,86%	75,73%	79,59%	78,16%
%	Trimestral	Desempeño	59,50%	50,00%	58,33%	45,83%
%	Trimestral	Calidad	100%	100%	93%	100%
%	Trimestral	OEE	45,73%	37,87%	43,11%	35,82%
PROMEDIO AÑO 2019 OEE					40,63%	

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

Las principales causas de los problemas de bajo índice de productividad de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña que fueron identificados, se dividieron en tres grupos principales, los cuales son: Tiempo total de producción elevado, Procesos productivos con riesgos mecánicos y físicos y el último grupo Defectos en las piezas fabricadas, dos de estos grupos tienen causas separadas que afectan a los grupos antes mencionados, dichas causas también impactan el índice de productividad en la empresa.

Los tiempos de acondicionamiento y alistamiento de la maquinaria extensos, el incumplimiento en la planeación de producción, los tiempos elevados de elaboración de productos y los tiempos muertos desembocan en un tiempo total de producción elevado, lo que hace que los productos tomen demasiado tiempo desde que son solicitados, en la elaboración y en el despacho de los mismos, siendo un factor directamente influyente en el OEE, sus efectos en la empresa son incumplimientos en los tiempos de entrega establecidos, que a su vez generan disminución de satisfacción al cliente, disminución de órdenes de compra, costos de producción elevados y el efecto principal es el flujo de caja inestable, lo que representa problemas para la empresa, en cuanto a la estabilidad económica y su capacidad de expansión.

Los procesos productivos con riesgos mecánicos y físicos ocasionan cansancio en los trabajadores lo que hace disminuir la productividad y la atención prestada en los procesos de producción, afectando directamente la productividad de la empresa, en cuanto al tiempo ideal de fabricación de las piezas y en relación a la cantidad de piezas elaboradas, teniendo efectos como posibles accidentes o incidentes laborales lo que puede concluir en enfermedades a corto y largo plazo, además puede generar daños en la maquinaria, lo que representa gastos innecesarios de mantenimiento por mal uso de la maquinaria.

Como el último de los pilares que causan baja productividad en la empresa, son los defectos en las piezas fabricadas, las cuales son causadas por falta de conocimiento en el uso de las herramientas adecuadas para la elaboración de los productos, la falta de concentración del

personal de la empresa y la repetitividad de los procesos; afectando la concentración de los operarios y sus habilidades, lo que hace disminuir la capacidad de producir piezas de forma adecuada y en tiempos adecuados, causando problemas de productividad en la empresa, lo que tiene efectos como pérdida de materia prima, aumento de costos de transporte, aumento en costos indirectos de fabricación y sobre costos debido a la falta de experiencia y cansancio de los operarios.

Todo esto se representa en el árbol de problema en la **Figura 11** el que se identifican las causas, efectos y el problema global de la empresa.

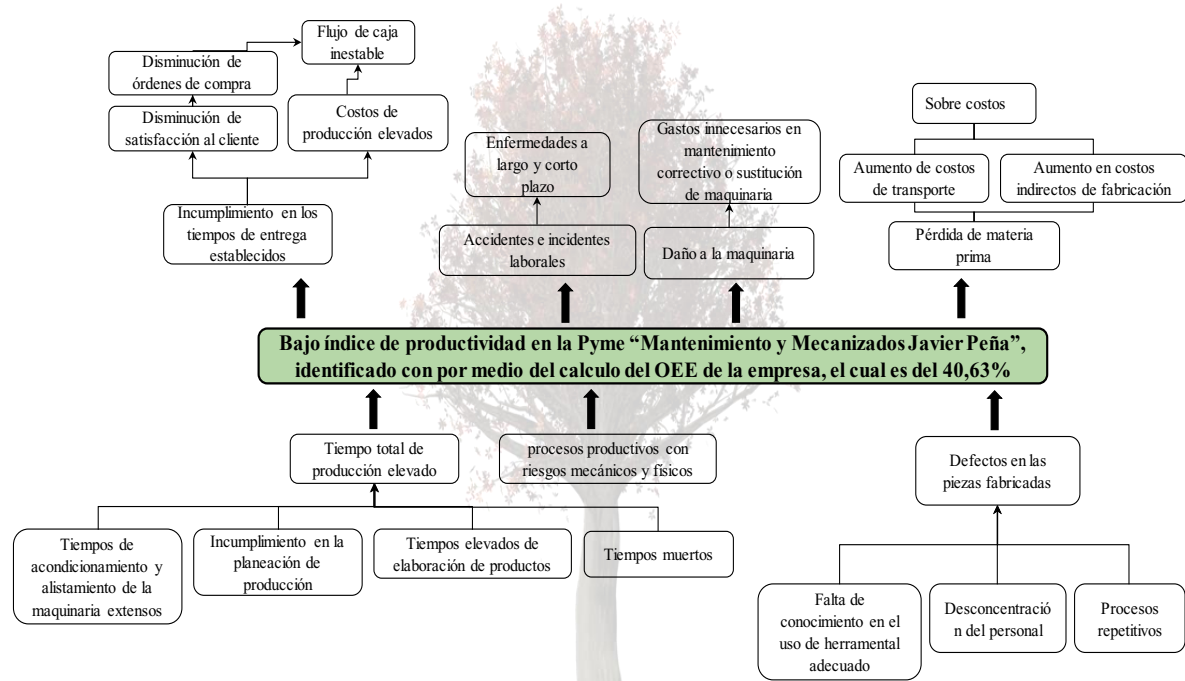


Figura 11.Árbol de problemas. Elaboración propia.

1.2.2. Formulación del problema.

¿Cómo mejorar el índice de productividad de la empresa Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña mediante (Herramientas de ingeniería)?

1.2.3. Sistematización del problema.

¿Es posible conocer el estado actual de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña mediante la realización de un diagnóstico de la demanda y de la producción del rodillo pelador de molleja?

¿Cuáles son las causas de la poca productividad del rodillo pelador de mollejas y cuál es su posible alcance?

¿Se puede realizar algún tipo de ajuste al proceso de producción del rodillo pelador de mollejas?

¿Cuál puede ser la efectividad y funcionalidad de las alternativas por las cuales se va a evaluar el proceso del rodillo pelador de mollejas?

¿Se puede diseñar la alternativa que ofrezca el mejor costo/beneficio para la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña?

2. Justificación

La empresa Mantenimiento y Mecanizado Javier Peña, ha venido en funcionamiento durante 10 años, sin embargo a pesar de los grandes saltos en su pasado al día de hoy la empresa se encuentra con un mínimo crecimiento provocando así un decremento en la facturación total del último año; la industria metalmeccánica a nivel mundial se encuentra en etapas totalmente automatizadas brindando mayores índices de eficacia, frente a lo cual surge como pregunta ¿cómo se podría generar una alternativa menos costosa?, con el fin de lograr el crecimiento deseado, se decidió estudiar la viabilidad entre los costos y los beneficios obtenidos que van a generar una optimización de la maquinaria existente.

Por otra parte se observó un indicio de enfermedad en el tornero, al cual se le dificulta la vista y debe tomar pausas por dolores lumbares, es decir no usar el botiquín y ropa especial para estas empresas; y tipos de trabajo, la responsabilidad frente a salud y las condiciones adecuadas para los operarios impulsa a generar una idea más viable en costos para poder dar solución a estos problemas, la presencia de vibraciones o repeticiones por largos periodos de tiempo puede generar afecciones en la salud.

Se busca además, una reducción de piezas con defectos ya que en la actualidad se puede notar un defecto en una pieza por aproximadamente cada siete piezas, cabe aclarar que aun la producción no sea de naturaleza netamente en serie o en masa, al ser piezas con un grado de complejidad y un alto tiempo de producción se deber realizar un constante cambio de la pieza en producción ya que aproximadamente se cuenta con un catálogo de casi 150 piezas o repuestos diferentes de los cuales aproximadamente un 65% se generan o deben pasar por algún tipo de proceso o terminación en la empresa, por lo que actualmente aunque existe un inventario este se vuelve muy versátil ya que la disponibilidad inmediata de alguna pieza realmente es muy baja lo que nos conlleva manejar la producción bajo órdenes de producción, se entiende que el sector metalmeccánico tiene como naturaleza este tipo de producción sin embargo existen repuestos que son solicitados no solo por uno de nuestros clientes, sino por la mayoría por lo tanto se ha observado una mayor satisfacción al momento de realizar las entregas en el tiempo esperado o menor a este.

Los gastos operacionales y no operacionales muestran una dispersión en la facturación mes a mes en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña como se puede ver en la tabla 9, esto se debe a la productividad de la empresa no es constante mes a mes, por factores como retrasos en la producción, como la velocidad, la continuidad del proceso, falta de personal capacitado y ausentismo.

Tabla 9.

Cierre contable año 2018 de la empresa M&M.

Mes	Gastos operacionales	Gastos no operacionales	Total, facturado en el mes
Enero	\$ 886.692,00	\$ 3.606.094,00	\$ 8.899.200,00
Febrero	\$ 11.502.736,00	\$ 3.170.307,00	\$ 7.073.000,00
Marzo	\$ 2.964.171,00	\$ 3.155.792,00	\$ 6.920.000,00
Abril	\$ 2.291.550,00	\$ 1.132.503,00	\$ 24.525.500,00
Mayo	\$ 7.825.795,00	\$ 4.261.873,00	\$ 4.760.000,00
Junio	\$ 3.492.052,00	\$ 3.065.313,80	\$ 4.197.550,00
Julio	\$ 3.225.819,00	\$ 2.073.800,00	\$ 8.890.200,00
Agosto	\$ 2.002.865,00	\$ 2.953.800,00	\$ 9.790.700,00
Septiembre	\$ 2.378.200,00	\$ 2.702.750,00	\$ 7.014.500,00
Octubre	\$ 3.451.333,00	\$ 2.242.217,00	\$ 9.692.000,00
Noviembre	\$ 4.732.405,00	\$ 3.232.405,00	\$ 11.932.000,00
Diciembre	\$ 3.881.614,00	\$ 3.440.025,00	\$ 13.839.500,00
Total	\$ 48.635.232,00	\$ 35.036.879,80	\$ 117.534.150,00

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

En la **Tabla 9** Se logra evidenciar un crecimiento en la facturación desde el mes junio, con una caída en el mes de septiembre, pero un repunte en los meses próximos. El tope de la facturación se dio en el mes de marzo del año 2019 con un valor de \$ 24.525.500,00 y el más bajo se dio en el mes de junio del mismo año con un valor de \$ 4.197.550,00, la variación de facturación se debe a lo anteriormente expuesto; en la **Figura 11**. Se observa que los gastos no operacionales superaron a los operacionales en los meses de agosto y septiembre debido a la falta de personal administrativo que llevara un control, por lo anterior los empleados tuvieron un ausentismo mayor a los otros meses.

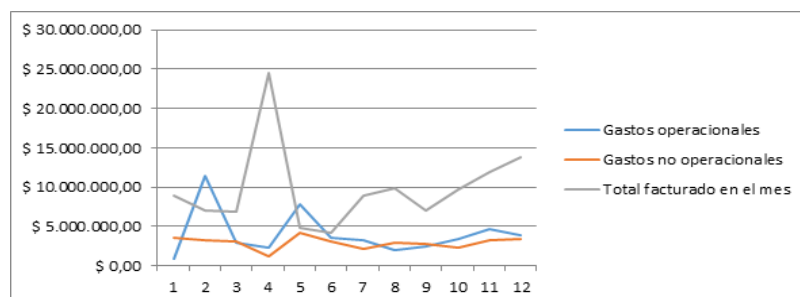


Figura 12. Facturación, gastos operacionales y no operacionales. M&M (2019). Elaboración propia.

El rodillo pelador de mollejas se encuentra en la familia maquina peladora de mollejas, esta familia cuenta con una mayor participación de producción y ventas en la empresa, por otra parte el proceso permite realizar cambios al identificar una flexibilidad en los procesos así como acciones de mejora, ya que este cuenta con un tiempo de producción alto e ineficiencias en la producción, en la **Figura 13** se muestra la imagen referencial del producto maquina peladora de mollejas ofertada por la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña el cual consta de 4 rodillos peladoras de molleja.



Figura 13.Rodillos. M&M (2020).

El proceso de la fabricación rodillos pelador de mollejas cuenta con movimientos repetitivos debido al corte o trazo que se deben realizar en la fabricación, el proceso cuenta con un tiempo de 30 minutos, para su realización el operario debe hacer el mismo movimiento circular, este proceso debe ser replicado mínimo 60 veces por pieza generando un agotamiento físico, se observa una confianza la cual se podría generar en una alta accidentalidad por el mal o no uso de elementos de protección personal ya que este proceso genera partículas de metal a altas temperaturas las cuales son “disparadas” por la fresadora. Los rodillos generan un costo de producción representados en la siguiente **Tabla 10**.

Tabla 10.

Costo generados al fabricar un “Rodillo pelador de mollejas”

Costo de Materia prima	Valor
Eje 31cm SAE 304	\$ 24.792
Costo de Mano de obra	
Tornero	\$ 28.625
Fresador	\$ 143.706

CIF (costo indirecto de fabricación)	
Cif	\$ 8.500
Total	\$ 205.623
P.V.P. (precio de venta al público)	\$ 345.000
Utilidad bruta	\$ 139.377

Nota. Fuente M&M. Elaboración propia.

Se observa que el costo más elevado en la fabricación es el costo representado por la mano de obra del Fresador esto se debe a la cantidad de tiempo representada para la fabricación de un solo rodillo, la cual toma en promedio 32,5 horas, es decir un poco más de cuatro días con turnos de trabajo de 8, por otra parte cabe resaltar que la venta de estas piezas no es normalmente solicitada por unidad ya que estas son compradas por los proveedores en juegos de cuatro rodillos tres de transmisión y uno motriz, lo cual incluyen dos bases en acero inoxidable, juego de bujes tres ejes internos y un juego de arandelas y pasadores en acero inoxidable, estas son distribuidas como maquinas peladoras de mollejas, por un valor de \$ 1.750.000 c/u; esto conlleva a que no sea permitido la entrega de piezas parciales lo que genera una disminución en el flujo de caja ya que actualmente se cuenta con la capacidad de entrega de una maquina peladora de mollejas completa en un tiempo de mínimo 15 días hábiles laborales, estos días también se ven afectados por la falta de continuidad laboral que se presenta teniendo como base los datos de días laborales por el fresador en el año 2019 en la **Tabla 11**.

Tabla 11.

Días trabajados por el operario encargado de la maquina fresadora.

Cargo: fresador	Días
Días laborados tiempo completo	125 días
Medio tiempo	70 días
Inasistencia	107 días
No laborales	63 días
Total	365 días

Nota. Fuente M&M. Elaboración propia.

Finalmente, la participación de las maquinas peladoras de mollejas ha ido en un aumento de solicitudes en los meses de noviembre del 2019 a febrero del 2020 lo que genera una demanda mayor a la oferta, en los meses anteriormente mencionados se realizó la venta de cinco máquinas peladoras de mollejas, uno rodillo motriz, uno juego de rodillos teniendo como facturación total de \$ 9.892.425Cop

Tabla 12.

Participación de la familia peladora de mollejas en la facturación de los últimos cuatro meses.

	Fact. total	Maquina	Porcentaje
Noviembre	\$ 6.178.500	\$ 1.750.000	28,3%
Diciembre	\$ 11.719.500	\$ 3.500.000	29,9%
Enero	\$ 13.267.720	\$ 3.350.000	25,2%
Febrero	\$ 7.260.225	\$ 1.292.425	17,8%
Total	\$ 38.425.945	\$ 9.892.425	25,3%

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

El promedio de participación en los meses de Noviembre del 2019 a Febrero del 2020 es del 25,3% frente a la facturación realizada observado en la **Tabla 12**, por otra parte actualmente se cuentan con tres solicitudes retrasadas de maquina peladora de mollejas, las cuales no se encuentran en producción ya que se encuentran más productos en proceso, cabe resaltar que se cuenta con una maquina fresadora específica para la producción de estos, pero se cuenta con un solo operario fresador, así como también se han presentado desgastes de la herramienta usada por una mala utilización, y errores en los cuales afectan la calidad final de un producto aunque esto no se genera muy seguido, en los meses de Septiembre del 2019 a Febrero del 2020 se ha presentado una devolución por rectificación del rodillo motriz ya que este no se encontraba en las condiciones necesarias debido a su funcionamiento general y genero pérdidas para el cliente.

Para el desarrollo del proyecto se tienen en cuenta herramientas de ingeniería con el fin de identificar las causas de problemas en los procesos que se ven involucrados en la producción de los productos de la familia peladora de mollejas, para lo cual se desarrolla el VSM (Value Stream Mapping) del producto con mayor participación en el mercado de la familia de productos ya mencionada, el cual es el “Rodillo pelador de mollejas”, teniendo en cuenta el promedio del tiempo de ciclo total del año 2019, de la información obtenida al utilizar esta herramienta podemos determinar según el VSM que en el proceso de fresado del rodillo se presenta un tiempo de ciclo total de 32,5 horas; el dueño de la empresa basado en su experiencia indica que este tiempo de ciclo debería ser de 24 horas bajo excelentes condiciones, lo que representa una posible situación de mejora, se puede inferir que la mejora puede ser aplicada en el tiempo que conlleva el proceso de fresado.

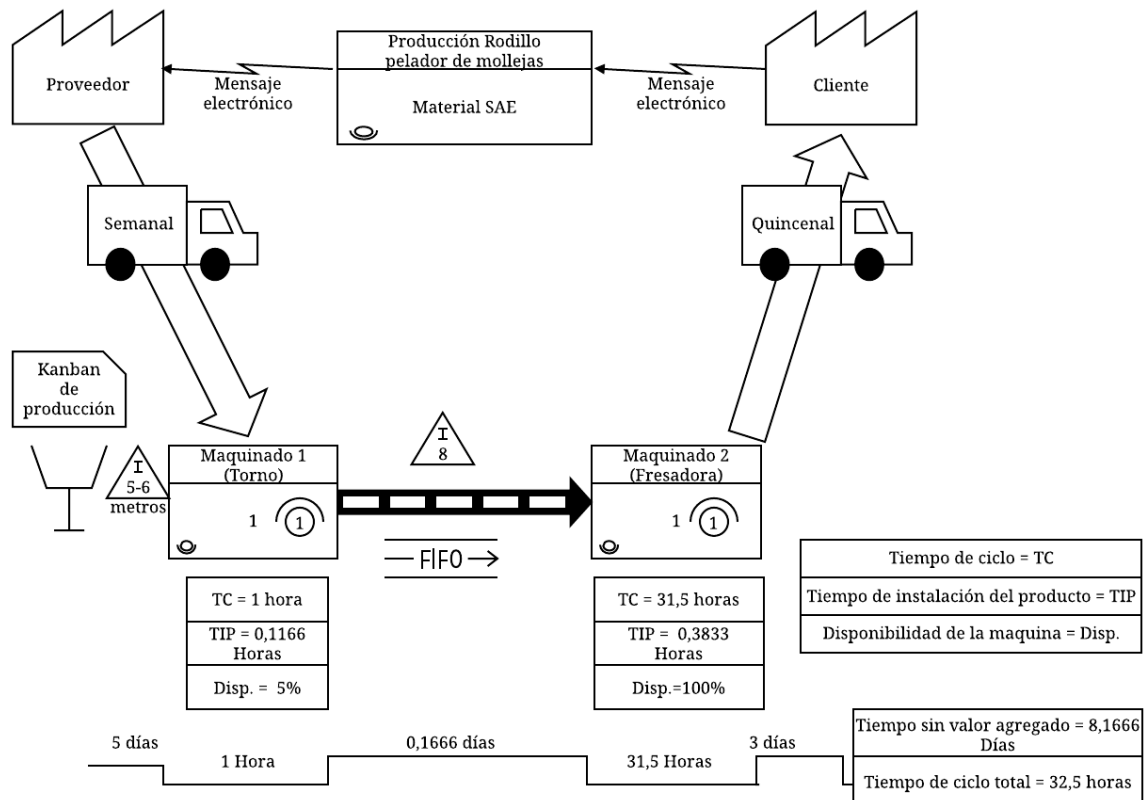


Figura 14. Value Stream Mapping de la producción del rodillo pelador de mollejas. Elaboración propia.

Además, para complementar la información obtenida con el VSM como se puede observar en la **Figura 14**, se elaboró un diagrama de flujo **Figura 15**. con símbolos ASME del proceso de producción del rodillo pelador de mollejas, para poder tener claro todo el proceso de elaboración del mismo, así como cada uno de los factores que intervienen en el proceso, en el diagrama se observa que hay procesos repetitivos, que pueden generar problemas de efectividad al tornarse aburridos, causando que los operarios se distraigan fácilmente y que incurran en pérdidas de tiempo innecesarias, además de que esto afecta directamente la calidad del producto, se considera que el proceso es poco ergonómico.

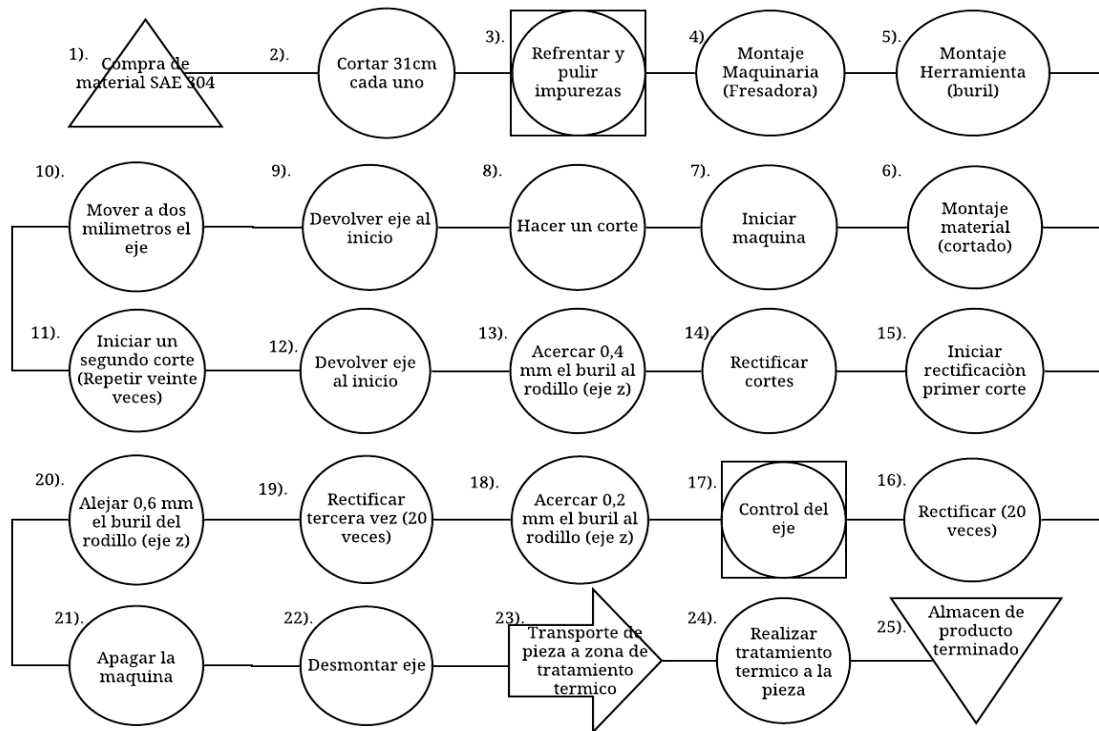


Figura 15.Diagrama de flujo con símbolos ASME proceso de producción del rodillo pelador de mollejas. Elaboración propia.

Finalmente, En resumen, mediante las diferentes herramientas se ha identificado problemas en la productividad de la empresa Mantenimiento & Mecanizados, gracias a dichas herramientas se evidencian periodos de producción en los cuales los Gastos totales superan la facturación obtenida como podemos evidenciar en la **Tabla 9**. por otra parte, se identifica la familia de productos pertinente para la toma inicial de diagnóstico e identificación de los problemas, se tiene en cuenta la naturaleza en la cual se descartan los servicios de reparación o mantenimiento, y se realiza la comparación de participación en la facturación **Tabla 12**. Se realiza el primer hallazgo a raíz del ausentismo del personal, producción intermitente generando altos tiempos muertos, esto es evidenciado en el OEE tomado, y **Tabla 11**. en la cual se realiza la recolección de datos del comportamiento de prespecialidad del cargo directamente relacionado con la familia seleccionada. Por otra parte, se identifican posibilidades de mejora en el diseño del proceso de producción, como podemos observar en el VSM (**Figura 14**) y el diagrama de flujo presentado en la **Figura 15**. Se busca el análisis de la interacción de producción frente la implementación de las herramientas de Ingeniería, y evaluar la efectividad o beneficio obtenido de la implementación de sensores, actuadores en los procesos productivos críticos (Sugerencia del representante Legal).

3. Objetivos

En este capítulo se presenta el objetivo general y los objetivos específicos sobre los cuales se desarrollará el contenido de este trabajo.

3.1. Objetivos generales

Desarrollar una propuesta de mejora en la producción de rodillo pelador de mollejas de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña para aumentar la productividad y competitividad en la industria metalmeccánica en la ciudad de Bogotá.

3.2. Objetivos específicos

Identificar el estado actual de la Empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña realizando un diagnostico especifico en la demanda y producción del rodillo pelador de mollejas para determinar su rendimiento productivo y su participación en el mercado.

Identificar las diferentes causas de la poca productividad del rodillo pelador de mollejas el alcance que puede llegar a tener dentro de la empresa y el potencial de desarrollo del proceso sin afectaciones.

Proponer alternativas de ajuste al proceso de producción del rodillo pelador de mollejas recurriendo a herramientas de automatización y estandarización de procesos.

Evaluar la efectividad y funcionalidad de cada una de las alternativas en términos de la productividad y costos.

Diseñar la metodología para implementar la propuesta que ofrezca el mejor costo/ beneficio para la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña.

4. Marco referencial

En este capítulo se presentan los diferentes marcos del trabajo, que incluyen la información correspondiente a los antecedentes de la investigación, la terminología necesaria para entender los conceptos y teorías empleadas y las normas, leyes y otros elementos legales que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del trabajo.

4.1. Marco de referencias

4.1.1. Antecedentes de la investigación.

El primer trabajo corresponde a Bances Paz, (2017) el artículo: Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay Aceros S.A., Puente Piedra, tiene como objetivos de la investigación: Aplicación de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de una empresa de metalmecánica en la ciudad de Lima-Perú, mejorando la eficiencia y el buen uso de la materia prima dentro de la empresa. Con una síntesis de la situación problemática planteada: La mejora continua en relación con eficiencia y eficacia en la producción en el sector metalmecánico, la problemática que ataca es mejorar la productividad de la empresa por medio de la técnica Lean Manufacturing. Continúa con una metodología utilizada para el desarrollo del trabajo: La metodología desarrollada se realizó por medio de la herramienta Lean Manufacturing, donde se mejoró la productividad por medio de estandarización de tiempos, mejorando la productividad de la empresa de metalmecánica. Tiene resultados y conclusiones más importantes: La implementación de Lean Manufacturing, la estandarización de tiempos para cada proceso generó un 24% de la mejora de la productividad, 6.9% aumento de la eficiencia, siguiendo la línea de la empresa de mejora continua.

El segundo corresponde a Simancas Trujillo, (2018) el artículo: Administración de recursos humanos: Factor estratégico de productividad empresarial en pymes de Barranquilla. Tiene como objetivos de la investigación: Explorar desde una perspectiva documental la relación de capital humano y productividad para pymes en la ciudad de Barranquilla. Con una síntesis de la situación problemática planteada: Observar la productividad de pymes por medio de su capital humano en la ciudad de Barranquilla a través de su evolución y sostenibilidad para el aumento de productividad. Continúa con una metodología utilizada para el desarrollo del trabajo: Análisis de pymes, desarrollo humano de capital humano, perspectiva de productividad de los recursos y utilización de herramientas de recursos humanos. Tiene resultados y conclusiones más importantes: La productividad se puede mejorar por medio de acciones de mejoramiento centradas en capacitar al personal. El desempeño en pymes debe estar centrado

en su capital humano para su desarrollo de competitividad y disminuir la brecha con empresas grandes.

El tercero corresponde a Quezada Torres, (2018) el artículo: Gestión de la tecnología y su proceso de transferencia en Pequeñas y Medianas Empresas metalmecánicas del Ecuador. Tiene como objetivos de la investigación: Es analizar las pymes en Latinoamérica en el sector metalmecánico sus principales falencias y su gestión tecnológica para un mejor desarrollo estratégico de la organización. Con una síntesis de la situación problemática planteada: La innovación es un factor fundamental para el desarrollo de una pyme, se debe al obtener atributos que benefician la gestión tecnológica en procesos productivos mejorando la competitividad y la productividad, el problema es el costo que puede llegar a generar la tecnología adquirida. Continúa con una metodología utilizada para el desarrollo del trabajo: Se realizó un diagnóstico empresarial de pymes en varias ciudades de Ecuador, analizando factores importantes, problemáticas y gestión de procesos para el desarrollo tecnológico. Tiene resultados y conclusiones más importantes: La implementación tecnológica es un proceso que se debe llevar de una forma adecuada y planificada según lo mostrados por el sector metalmecánico y las pymes analizadas llevándolo a una responsabilidad social.

El cuarto corresponde a López López, (2019) el artículo: Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmecánico. Tiene como objetivos de la investigación: Normalización de medición de productividad, calidad y competitividad de los procesos asociados a una empresa del sector metalmecánico. Con una síntesis de la situación problemática planteada: La evolución de una empresa se basa en la calidad y sus fases, para el aumento de productividad, competitividad para entrar a un mercado y un crecimiento empresarial. Continúa con una metodología utilizada para el desarrollo del trabajo: Desarrollada por factores de calidad con una medición Q-P-C, que estima la calidad, la productividad y la competitividad con una investigación exploratoria y descriptiva de empresas del sector metalmecánica ubicadas en las ciudades de Pereira y Dosquebradas. Tiene resultados y conclusiones más importantes: La calidad es un factor muy importante pero las pymes deben tener un fortalecimiento según las condiciones de Q-P-C requeridos por el mercado nacional como internacional, deben observar bien sus obstáculos y capacidades para afrontar el crecimiento del mercado.

El quinto corresponde a Redondo Ramírez, (2016) el artículo: Planeación estratégica de las pymes del sector metalmecánico. Tiene como objetivos de la investigación: El direccionamiento en el sector metalmecánica para empresas pequeñas y medianas para la planeación estratégica tiene como objetivo potenciar la productividad mediante la fijación de

enfoque de mejoramiento de la calidad y actividades complementarias. Con una síntesis de la situación problemática planteada: La poca productividad para pymes en Colombia y su falta de cumplimiento de metas a corto y largo plazo, hacen pensar que la industria necesita un cambio de procesos para el aumento de su productividad, competitividad a través de la planificación y el buen direccionamiento. Continúa con una metodología utilizada para el desarrollo del trabajo: Es un documento con enfoque cualitativo descriptivo. Elabora por medio de revisión documental y análisis de variables de documentos relevantes de empresas dentro del sector metal metalmecánico. Tiene resultados y conclusiones más importantes: Los resultados arrojados determinan que las pymes son muy importantes para la economía del país, el direccionamiento estratégico es una evidencia de mejoramiento de las pymes.

El sexto corresponde a Kato Vidal, (2019) el artículo: Productividad e innovación en pequeñas y medianas empresas. Tiene como objetivos de la investigación: Probar que la inversión en innovación influye en la productividad de pequeñas y medianas empresas con relación a la innovación- competitividad. Con una síntesis de la situación problemática planteada: El crecimiento de la productividad es un factor que se debe mejorar para empresas pequeñas y medianas por medio del análisis de regresión verificando las estimaciones que genera la innovación sobre la productividad en sectores manufactureros y no manufactureros. Continúa con una metodología utilizada para el desarrollo del trabajo: Se basa en la observación de resultados en un proceso donde se calcula productividad de las inversiones en cuatro factores (trabajos, equipos y edificios, equipos de cómputo y acervo de conocimientos). Tiene resultados y conclusiones más importantes: Para las empresas pequeñas y medianas la innovación cuenta como una ventaja competitiva para organizaciones que tienen recursos y habilidades para capacitarla, los procesos de innovación exitosos cuentan con una buena implementación y el aprendizaje continuo para la mejora de los procesos dentro de las organizaciones.

4.2. Marco teórico

Lean Manufacturing: El Lean Manufacturing es una herramienta que ha permitido a través de los años y de su práctica generar e implementar sistemas optimizados en su totalidad o la mayor parte de ellos, permitiendo la mejora de procesos en cualquier tipo de empresa sin importar el tamaño, el sector productivo o su actividad económica; este sistema es definido por Padilla(2010) “Es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio.” (pág. 2). A pesar de ello, esta herramienta se ha extendido con un concepto erróneo, ya que se piensa que está

enfocada en la disminución de desperdicios, pero va más allá, así como lo describe Padilla (2010) “Es una técnica de reducción de desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas.” (pág. 2-3). De ello puede constatar la prioridad que se le da al Lean Manufacturing al pensar en optimizar procesos en cualquier parte del mundo, además esta herramienta incluye otras ayudas como soporte para garantizar la efectividad del sistema; dichas herramientas incluyen: Just in Time, Jidoka y Sistema Kanban; los cuales por sí solos ya representan un cambio significativo en cualquier empresa.

Just in Time: La filosofía Just in Time, conocida como JIT, es de origen Japonés, así como menciona Castellano(2019) esta filosofía se centra en la idea de tener lo que se necesita cuando se necesita, con todas las especificaciones solicitadas, incluida la calidad solicitada; satisfaciendo la demanda con exactitud en el tiempo requerido y reduciendo en gran medida los niveles de inventario; además la metodología Just in Time, permite que cada empresa o entidad identifique los factores que le pueden dar una ventaja sobre la competencia, dando un valor agregado a sus negocios, esto se da debido a una relación entre los factores y diversos aspectos fundamentales de la empresa, así como lo mencionado por Muñoz (2013):

Estos actores, o variables, giran en torno a la estructura de costos, sistemas de gestión de calidad, niveles de servicio predeterminados, capacidad de resiliencia corporativa, de adaptación y maniobrabilidad para afrontar de forma ágil los cambios que el mercado demande, desarrollo e innovación de nuevos procesos y productos. (pág. 6).

Esta metodología suele ser utilizada en conjunto con el Lean Manufacturing para el desarrollo de mejores sistemas de producción, abastecimiento, inventario y satisfacción de demanda.

Jidoka: Es un sistema enfocado en la implementación de la automatización en las empresas, teniendo en cuenta el toque humano, Grimm(2019) explica “Se fundamenta en mecanismos que permiten la separación de las actividades de la máquina y el operador, así como el paro de máquinas o líneas de producción en forma automática o manual cuando detecta la fabricación de productos con defectos.”, para el desarrollo de esta metodología es necesaria la inclusión de tecnología a las máquinas para que se establezca un sistema automatizado.

Sistema Kanban: Es un sistema basado en señales, que permite la movilización de la línea de producción, al recibir una señal del proceso que sigue, lo que indica que está preparado para recibir el producto sin terminar o la materia prima.

5'S: Es una metodología de la casa de Lean Manufacturing creada por Toyota donde su metodología se basa en Seiri (Clasificación u organización), Seiton (Orden), Siso (Limpieza),

Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina) que tiene como objetivo mejorar la calidad de la organización, las condiciones de trabajo (Limpieza, organización del puesto de trabajo), el entorno laboral (Motivación, seguridad y salud en el trabajo) para evitar mudas en la organización.

TPM: Es una metodología de la casa de Lean Manufacturing TPM (Total Productive Maintenance) lo que traduce al español como mantenimiento productivo total, se basa en los supuestos de cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos, los cuales se pueden realizar en cuatro fases que son: estabilizar y reparar el equipo, medir las seis grandes pérdidas, eliminar las pérdidas, mejorar el diseño; lo que busca el TPM se fundamenta en sus pilares de mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, planificado, calidad, educación y entrenamiento, seguridad y medio ambiente.

OEE: Es un indicador utilizado para calcular la eficacia de una máquina, sus siglas significan “Overall Equipment Effectiveness”, este indicador sirve para que una máquina o un proceso sean medidos en términos de productividad y eficiencia, permitiendo conocer en términos porcentuales, la eficacia real de cualquier proceso productivo, además este indicador permite también identificar los problemas que se presentan en la empresa, así como aumentar la competitividad de las empresas al permitir un aumento en la calidad del producto, la disminución de retrabajo y de pérdidas relacionadas a productos defectuosos.

Gemba: Es una técnica empleada para conocer el estado de un puesto de trabajo con detalles del mismo, brindado por el operario encargado, esta metodología recoge datos mediante preguntas a operarios mientras realizan sus labores, mostrando siempre respeto a los operarios, Dalton (2018) dice que esta metodología “Brinda una vista detallada de los comportamientos en acción y es una herramienta poderosa para identificar oportunidades de mejora de procesos y nuevas formas de apoyar al equipo ágil.”, Gemba Walk es una metodología de Lean Manufacturing y suele ser implementada de forma preliminar a las demás metodologías.

Takt Time: Es una herramienta que permite dar un ritmo de proceso a las empresas, ejerciendo una necesidad de realizar las piezas cada cierto tiempo, esta herramienta permite observar las mudas de tiempo que tiene la empresa, además es tiene varios enfoques útiles, así como lo dice Segura(2019) “...tiene que buscar introducir a los proyectos un método para reducir la variabilidad, disminuir los tiempos del proyecto y minimizar los costos del proyecto al hacer un uso más eficiente de los recursos principalmente de la mano de obra.”; esta metodología hace un uso asertivo de los recursos para el alcance de los tiempo apropiados.

VSM: Delgado, Cavas, Martínez (2018) definen el VSM como “Una herramienta que ayuda a las empresas a visualizar sobre el papel su cadena de suministro y entender el flujo de

materiales y de información de un producto.”; en este mapa se identifican las situaciones que representan un inconveniente y que pueden llegar a ser simplificadas, modificadas o mejoradas.

Kaizen: Alvarado, Pumisacho (2017) sugieren que “el concepto de Kaizen comprende un proceso de actividades que se implementa continuamente y que asegura una constante búsqueda de la innovación.”, este concepto significa que siempre hay una ampliación de conocimientos en la empresa y una mejora continua, sin embargo, Kaizen requiere una planeación óptima y acertada, según comenta Imai (1998) “Kaizen valora tanto el proceso como el resultado. Con el fin de que las personas se involucren en la continuación de su esfuerzo Kaizen la gerencia debe planear, organizar y ejecutar con cuidado el proyecto.”, por lo que el proceso de mejora continua que ofrece Kaizen, requiere de un proceso de seguimiento y control adecuado.

4.3. Marco conceptual

Actuadores: Estos elementos se integran también en procesos tecnológicos y mecánicos, por medio de ellos se transforma la energía, ya sea eléctrica, hidráulica, o neumática, con el fin de activar un proceso que genera un efecto sobre otro.

Calidad: Es la cualidad del estado de un producto o realización de un proceso, de acuerdo a unos parámetros fijados para su buena fabricación y buen desempeño, existe una variedad de herramientas y técnicas para que una empresa logre tener estándares de calidad como primera fase se debe tener una buena materia prima, una buena fabricación y por último una adecuada distribución, las características de los productos siempre son las más importantes y deben ser realizadas, entregadas de acuerdo al diseño y lineamientos del cliente.

Disponibilidad: Es la posibilidad de disponibilidad de un proceso, persona o producto dentro de un proceso productivo, se remite a la presencia, la funcional que hace posible su utilización para resolver direccionamientos o funcionamientos de algo.

Metalmecánica: Es la industrial relacionada a la metálica encargada de la producción de maquinaria, herramientas o bienes metálicos para el uso según la industria, empresa o persona que lo necesite.

Muda: Es uno de los conceptos esenciales de la terminología empleada en las gestiones de Lean Manufacturing, hace referencia a los desperdicios, proviene del idioma japonés y significa literalmente que algo es inútil o que genera desperdicios ya que hace referencia a los desperdicios.

PLC: Es un componente esencial del proceso automatizado, ya que integra todos los elementos del proceso y envía señales a estos, para registrar y efectuar las mediciones

requeridas de cada componente, el PLC, recibe, envía señales análogas y digitales, además integra todos los elementos por medio de un sistema de comunicación por red.

Productividad: Es la relación respecto a la medición de cantidad de productos (Unidades) frente a los recursos empleados para la producción de estos mismos durante un periodo determinado.

Pyme: Es una empresa pequeña o mediana limitada por sus recursos que pueden ser económicos, infraestructura, trabajadores, patrimonio, entre otros.

Rendimiento: Es la proporción de acuerdo a los medios empleados para realizar algo y el resultado conseguido (lo que cuesta vs lo que se gasta, según la inversión).

Sector Avícola: Es un sector de la economía de un país encargado de la cría, procesamiento, distribución y comercialización de aves.

Sensores: Son elementos empleados en diversos procesos tecnológicos, en los cuales se busca la automatización parcial o total de un sistema o máquina, estos elementos miden con alta precisión diversas magnitudes para las cuales están desarrollados específicamente cada uno de ellos.

Tiempo de espera: Es un tiempo dentro de un proceso donde se debe esperar hasta que inicie el producto su producción.

Tiempo muerto: Es un tiempo dentro de un proceso productivo donde un operario se encuentra sin ninguna tarea por hacer por falta de insumos o por daño de una maquinaria indispensable para la realización de la tarea asignada.

4.4. Marco legal

Es necesario tener en cuenta las normas, leyes y demás artículos legales que pueden intervenir en la empresa a evaluar, para lo cual se ha elaborado una tabla en donde se pueden observar las normas principales con las que la empresa cuenta para la elaboración de sus productos y sus procesos, en la **Tabla 13** se puede observar el tipo del documento, sea ley, decretó, resolución, etc.; la edición de la norma, para tener en cuenta aspectos del desarrollo actual de las mismas en comparación con anteriores; tiene también el número con el que se identifica la norma; la entidad que emite la norma para comprender el aspecto general de su aplicación; la vigencia de la norma, aspecto por el cual sabemos que la norma es aplicable actualmente y que tiene respaldo legal actual; por último cuenta con un epígrafe, lo que es un resumen de la norma el cual se encuentra en el inicio de la misma.

Tabla 13.

Leyes, decretos y resoluciones correspondientes al marco legal.

Tipo de documento (Leyes, decretos, resoluciones)	Edición de la norma	Número de la norma	Emitida por	Vigencia	Epígrafe
Ley	2006	1010	Congreso de Colombia	Actual	Por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones de trabajo.
Resolución	2007	1401	Ministerio de la protección social	Actual	Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.
Resolución	2019	0312	Ministerio del trabajo	Actual	Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST. Por el cual se reglamenta la afiliación al Régimen de Seguridad Social en Salud y
Decreto	1998	806	Ministerio de Salud	Actual	la prestación de los beneficios del servicio público esencial de Seguridad Social en Salud y como servicio de interés general, en todo el territorio nacional.
Decreto	1994	1772	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y de Salud	Actual	Por el cual se reglamenta la afiliación y las cotizaciones al Sistema General de Riesgos Profesionales.
Decreto	2007	2501	Ministerio de Justicia	Actual	Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.
Resolución	1979	2400	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y de Salud	Actual	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

Decreto	2005	4741	Secretaria Jurídica Distrital de Bogotá	Actual	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Pretende ofrecer un modelo de gestión que permita a los diferentes actores asumir la responsabilidad que tienen frente a la generación y gestión adecuada de los residuos.
Guía	2010	NA	Secretaria Distrital de ambiente	NA	

Nota. Elaboración propia.

5. Marco metodológico

Se presenta en este capítulo la información referente a los elementos que permiten desempeñar el trabajo mediante varias metodologías, esto teniendo como base, el tipo de investigación, las hipótesis formuladas y las variables a tener en cuenta para el desarrollo del trabajo, además se realiza el cálculo de la población y la muestra que se considera esencial para tener un flujo de información acertada con mínimos errores; se presentan los elementos que se consideran adecuados para brindar consistencia y solidez a la propuesta que se plantea posteriormente y por último se presentan las técnicas por las cuales se realizara la recolección de la información indispensable para el desarrollo del trabajo.

5.1. Enfoque de investigación

El enfoque de investigación que será utilizado en este proyecto será mixto, en su mayoría cuantitativo y de resto cualitativo, a su vez es descriptivo y de diagnóstico, ya que por medio del cálculo de indicadores y estadísticas se llevara a cabo un análisis de los datos obtenidos, así como lo hicieron en su trabajo Infante, Erazo (2013) indicando que es índole cuantitativo “...Se busca cuantificar y medir la producción diaria de la empresa y determinar cómo se puede aumentar dicha producción a través de las herramientas de Lean.”(pág. 44), se plantea obtener datos de la situación financiera de la empresa, así como los tiempos de trabajo empleados en la fabricación de la familia de productos seleccionada; por parte de los métodos cualitativos, se desarrollarla una observación previa de los procesos, la empresa y los trabajadores, para poder hacer una descripción y un diagnóstico exacto de la situación actual de la empresa, teniendo en cuenta a lo que se refieren Marcos, Condormagno (2020) “ya que busca analizar una situación determinada de forma exhaustiva. Este tipo de investigación busca identificar qué factores intervienen en un escenario dado, cuáles son sus características y cuáles sus implicaciones.” (pág. 47) por lo que se espera realizar un proceso optimo y exhaustivo para que la propuesta dada en este trabajo sea optima según las herramientas de ingeniería y Lean Manufacturing utilizadas en el desarrollo del trabajo.

Alcance descriptivo: La investigación es del tipo descriptivo en cuanto a lo que corresponde a la evaluación e identificación de la información recolectada en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña para la familia de productos peladora de moleja.

Este tipo de investigación conlleva al diagnóstico del proceso paso a paso para la identificación de falencias y sus posibles correcciones.

Alcance explicativo: La investigación se enfocará en indagar las causas, origen y efectos que se presenten en los procesos analizados, teniendo en cuenta los datos obtenidos por los indicadores calculados y las estadísticas obtenidas.

Este tipo de investigación permitirá entender el porqué de los problemas actuales de eficiencia y de productividad en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña.

Alcance desarrollo: La investigación de desarrollo corresponde a la aplicación de ciencias básicas con un direccionamiento para el crecimiento de índices de productividad y competitividad por medio de las herramientas de ingeniería propuestas.

Este tipo de investigación será la que permitirá dar una solución al problema a tratar, siendo abordado desde sus causas hasta sus efectos, para determinar la solución adecuada, teniendo en cuenta la solución sugerida por el dueño de la empresa Javier Peña Santamaría.

5.2. Hipótesis

La propuesta pretende identificar factores generales de la baja productividad de la empresa Manteamiento & Mecanizados Javier Peña en la producción de la familia peladora de mollejas para posteriormente diseñar alternativas en búsqueda del mejoramiento productivo, y evaluar el impacto si estas herramientas fueran implementadas.

H1: Las herramientas de lean manufacturing permiten identificar oportunidades de mejora y brindan herramientas para aumentar la productividad en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña.

5.3. Variables de investigación

Tabla 14.

Variables de investigaciones dependientes e independientes.

Dependientes	Independientes
Producción Real	Índice de productividad en Colombia
Utilidad operacional	Precio materia prima, proveedores
Ingresos de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña	Plazos de tiempos de entrega solicitados
Producción teórica de rodillo pelador de molleja	Demanda de rodillo pelador de molleja
Tiempo Muerto	Capacidad Instalada
Tiempos producción rodillo pelador de mollejas	Ausentismo en la producción

Nota. Elaboración propia.

5.4. Población y muestra

La selección de la muestra se realizará por medio de la fórmula con población desconocida esto porque no se cuenta con estos datos para la realización de la misma es por esto que se decide la aplicación de esta fórmula considera la más apta para este caso, ya que esta permite

una identificación de la muestra mínima para brindar confiabilidad estadística en los datos calculados, en la cual se hace uso de la constante coeficiente de riesgo se busca, que los datos presenten solo un riesgo de 5% al ser calculados por lo que se corresponde a una constante de dos; la fórmula es la siguiente, se desea la identificación de la muestra con la finalidad de conocer cuantas muestras mínimas deberán ser observadas, para esto se deberá aplica la siguiente formula:

Ecuación 1.

Numero de observaciones necesarias

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{x}} \right) + 1 \quad (1)$$

Donde:

N: Numero de observaciones necesarias para obtener un tiempo representativo

K: Coeficiente de riesgo (Constante) para el 5% K=2

e: error expresado en forma decimal

X: Media aritmética de los tiempos obtenidos

Para el cálculo de la desviación típica de los tiempos de reloj se deber realizar la aplicación de la siguiente forma esto con la finalidad de la posterior utilización en la **Ecuación 1**. A continuación, se presenta la fórmula adecuada para la desviación típica:

Ecuación 2.

Desviación típica.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(X_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

Donde:

Xi: Los valores obtenidos de los tiempos de reloj.

\bar{x} : Media aritmética

f: Frecuencia de cada tiempo

n: Numero de mediciones efectuadas

Lo primero a realizar será la toma de datos, estos datos fueron suministrados por la empresa Mantenimiento & mecanizado y corresponden a las semanas de los meses enero y febrero del 2020, se buscó la utilización de los datos más recientes es por esto se solicitan y no se hace la aplicación mediante los datos del año 2019, como se puede observar en la **Ecuación 1** se requiere de la media aritmética:

Tabla 15.

Medición media aritmética.

Enero	Horas trabajadas
Semana 1	30
Semana 2	38
Semana 3	41
Semana 4	45
Febrero	Horas trabajadas
Semana 1	38
Semana 2	40
Semana 3	38
Semana 4	41
Promedio aritmético	38,875

Nota. Medición media aritmética, Elaboración: propia.

El promedio aritmético se toma mediante la suma de los valores por su frecuencia dividida en el número total de datos en este caso ocho semanas dando como resultado la media aritmética de 38,875, como se observa en la **Tabla 15**. Por otra parte, se procede a calcular la desviación típica de los datos, se

Primeramente, se realiza la **Tabla 16** en la cual se encuentra desglosado el cálculo del valor correspondiente a “ $\sum f (X_i - \bar{x})^2$ ” el cual encontramos como componente para el desarrollo de **Ecuación 2**.

Tabla 16.

Valores y frecuencia.

Valores X	Frecuencia f	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$	$f(X_i - \bar{x})^2$
30	1	-8,875	78,765625	78,765625
38	3	-0,875	0,765625	2,296875
40	1	1,125	1,265625	1,265625
41	2	2,125	4,515625	9,03125
45	1	6,125	37,515625	37,515625
Totales Σ	8			128,875

Nota. Elaboración propia.

La sumatoria final es de 128.875 Teniendo el cálculo anterior se procede a la aplicación de la **Ecuación 2** lo que da por resultado lo siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{128.875}{8}} = 4.01364$$

Se designaron valores para los dos componentes faltantes para la aplicación de **Ecuación 1**, cabe recordar que se busca un índice de error del 5% y para esto su contaste será de dos por lo tanto el número de muestras de tiempo necesarias serán las siguientes:

$$N = \left(\frac{2 * 4.01364}{0.05 * 38.875} \right) + 1 = 18.05$$

Para concluir se deberán realizar mínimo la toma de 18 muestras de tiempo con el objetivo de mantener una fiabilidad estadística del 95% de los datos y resultados que se registren en los pronósticos realizados en el desarrollo del trabajo.

5.5. Proceso metodológico

El proceso metodológico para la propuesta del proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas se identifican las características principales para el análisis y evaluación de los diferentes estudios de vigilancia tecnológica a través de:

- Toma de tiempos horas de trabajo maquina
- Toma de tiempos producción por maquina
- Estudio percepción del empleado.
- Implementación de 5'S.
- Propuesta plan de mantenimientos.
- Propuesta SMED.
- Propuesta Kaizen.
- Propuesta automatización de maquina fresadora.
- Propuesta distribución de planta.
- Propuesta VSM.

Los estudios y aplicaciones mencionados anteriormente contribuyen a la realización de una propuesta consistente para establecer una solución solida de fabricación de la familia peladora de mollejas de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña.

La metodología de la investigación se basa en varias encuestas y entrevistas realizadas al personal de la empresa M&M con el fin de diagnosticar las diferentes herramientas de ingeniería para proponer una propuesta de mejora del proceso del rodillo pelador de mollejas.

5.6. Técnicas de recolección de datos

La información que se precisa para la investigación esencialmente debe ser de los datos y registros de la empresa, teniendo en cuenta que el análisis de estos son los que permiten tener conocimiento de la situación actual de la empresa, su productividad, sus ganancias, capacidad de producción y demás factores que permitan obtener un panorama completo de la situación que se va a analizar.

Para realizar el proyecto de investigación en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña se plantea la recolección de datos e información útil mediante fuentes orales, documentales, digitales y generales, por medio de encuestas, observación de procesos, facturación, registro, control digital y documentos existentes, los cuales consolidan la información para obtener un desarrollo adecuado de la investigación propuesta, los datos, fuentes son entregados por la empresa M&M.

Observaciones: Se observará todas las etapas del proceso de elaboración de los productos de la familia peladora de mollejas de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña, así como las directrices y el seguimiento de protocolos establecidos, al igual que la correcta ejecución de las tareas asignadas y el desempeño del cargo y los tiempos empleados por los operarios en la producción. Cabe resaltar, que a causa del panorama actual frente a los protocolos establecidos de seguridad debido a COVID-19 se establecieron alternativas para las observaciones con apoyo de Javier Peña Santamaria en la recolección de datos.

Encuestas: Mediante encuestas se realizará la recolección de los datos que sean necesarios en el desarrollo del presente trabajo, se realizará una encuesta de percepción de los clientes frente al cambio de las variables consumo ventas y producción en el año 2020 esto con la finalidad de reconocer la magnitud del impacto generado por la crisis sanitaria presentada.

Documentos existentes: Los documentos existentes serán de ayuda para crear estadísticas y calcular los indicadores pertinentes, teniendo como base las ventas y tiempos de producción actuales de la empresa, además documentos en donde se vea la representación actual de la participación en el mercado de cada una de las familias; por otra parte, el historial de asistencia y producción, como demás documentos que se requieran y puedan ser brindados por parte de la empresa.

6. Diagnóstico

El capítulo seis abarcara todos los diagnósticos necesarios para concluir propuestas claras y sustentadas se partirá de un diagnóstico de la demanda en el capítulo 5 observamos que las muestras mínimas para mantener una fiabilidad en los datos será mínimo de 18 unidades de tiempo, en revisión con los datos históricos documentados en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña se encontraron datos físicos de facturación desde el año 2019 es por esto que se ha decidido establecer valores trimestrales, y la utilización de una muestra mayor sin embargo se realizara en dos fases, en la primera se realizara mediante el análisis de 46 datos y otra con 22 datos, esto para evitar igualmente y corroborar la no utilización de una muestra que genere errores estadísticos más altos, como segunda instancia se realizara el diagnóstico de productividad en donde se evaluara la utilización de la maquinaria actual, se decide realizar una encuesta de percepción así como el panorama presentado en el sector avícola en el año 2020 esto con la finalidad de determinar si la situación influyo en niveles en los cuales se deban presentar ajustes en los diagnósticos establecidos.

Se realizarán diagnósticos de cada una de las herramientas Lean que se evaluarán (Gemba Walk, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, VSM) se finalizara con un diagnóstico del nivel de automatización actual, así como otros diagnósticos identificados mediante el desarrollo de los anteriores.

6.1. Estudio pronóstico de facturación

Uno de los datos históricos de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña más importantes es la facturación del rodillo pelador de mollejas durante el periodo 2009-2020, debido que es el producto con más participación en el mercado de la empresa, se puede observar en la **Figura 16.** que las ventas durante dichos periodos tienen algunos picos, pero al mismo tiempo cuenta con una facturación muy baja como en el periodo 2015, hay poca información referente al por qué de los picos presentados, sin embargo, según el dueño de la empresa Javier Peña, la demanda en ningún momento disminuyó, pero por problemas de mala administración generaron cruces de pedidos y poco cumplimiento de la demanda, a esto se le suman los problemas de entregas a tiempo y de la poca o nula logística de producción que se han presentado en la empresa frecuentemente; según Javier Peña, en el año 2016 la facturación en la empresa aumento debido a la contratación de un nuevo administrador, que organizo las órdenes de compra y estableció mejores sistemas logísticos, sin embargo, en los siguientes años el problema se radico en la baja disponibilidad y dedicación de los operarios para la elaboración del rodillo pelador de mollejas, aun así, la administración logro resaltar la necesidad de producción de estos productos, para no disminuir su participación con los clientes, desde el año

2019, la empresa ha realizado una mejor logística y ha enfocado la producción a los rodillos peladores de mollejas ya que según el administrador podría ser un producto clave para el desarrollo de la empresa en el mercado metalmecánico para empresas avícolas.

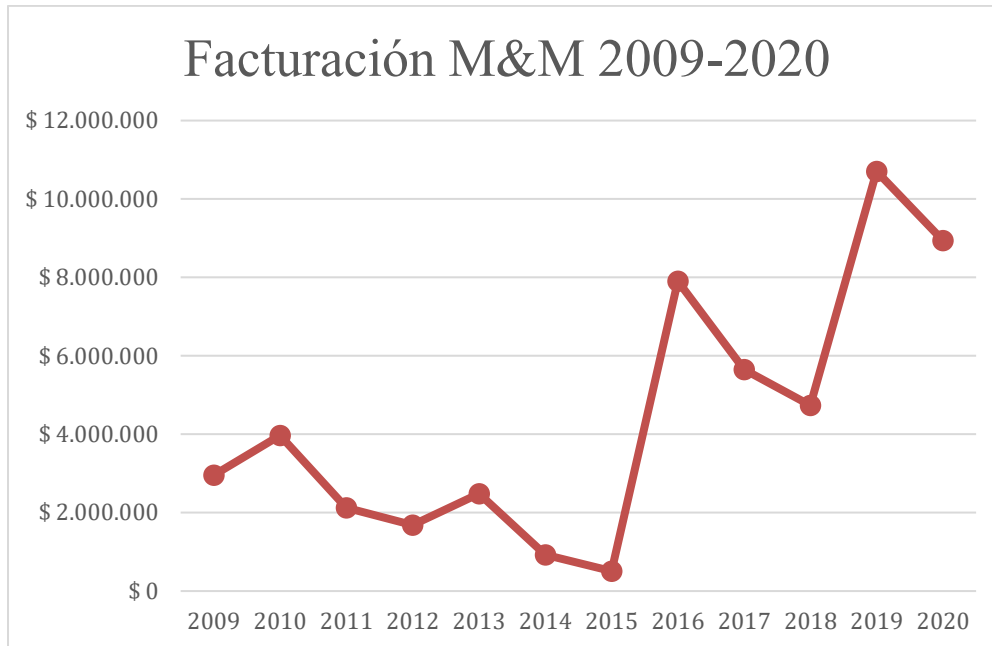


Figura 16. Facturación M&M 2009-2020. M&M (2020). Elaboración propia.

Debido a la necesidad de un entendimiento y diagnóstico más efectivo de la situación actual de la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña, se realizaron los cálculos de la demanda y sus respectivos pronósticos; con el fin de entender cuál va a ser la demanda a satisfacer en los próximos periodos de tiempo, así mismo se sabrá en que cantidad deberá aumentar la producción y la eficiencia de la empresa para el producto seleccionado; sin embargo para el cálculo de la demanda se decidió tomar la demanda no satisfecha para periodos de tiempo en donde los valores de ventas eran nulos, esto teniendo en cuenta el ejemplo de Vidal(2009):

Supóngase, por ejemplo, que la demanda de un ítem para las últimas tres semanas fue de 150, 120 y 85 unidades. Si hubo faltante en las primeras dos semanas y es posible administrar órdenes pendientes, esta demanda podría cubrirse totalmente en la semana 3 al recibirse el pedido. Sin embargo, el registro del sistema en cuanto a ventas sería de 0, 0 y 355 unidades para las semanas 1, 2 y 3, respectivamente. Claramente, la última situación no refleja el comportamiento real de la demanda y puede distorsionar cualquier sistema de pronósticos, ya que, aunque produce el mismo promedio, afecta significativamente el cálculo de la variabilidad de la demanda (la desviación estándar medida para la muestra registrada en el primer caso es 32.53 unidades, mientras que en el segundo caso es 204.96 unidades). (P. 48)

Los datos de demanda satisfecha y no satisfecha para comodidad del empleo de la información fueron agrupados en trimestres desde el año 2009 hasta el segundo trimestre del año 2020, estos datos se ven representados en la **Tabla 17**, además la información resultante fue graficada para obtener conocimiento de la tendencia de la demanda, dicha grafica aparece en la **Figura 17**.

Tabla 17.

Demanda satisfecha y no satisfecha.

Año	Trimestre	No Periodo	Venta Real	Año	Trimestre	No Periodo	Venta Real
2009	Enero-marzo	1	812000	2015	Enero-marzo	25	360000
	Abril-Junio	2	812000		Abril-Junio	26	230000
	Julio-Septiembre	3	2145000		Julio-Septiembre	27	700000
	Octubre-Diciembre	4	2145000		Octubre-Diciembre	28	150000
2010	Enero-marzo	5	250000	2016	Enero-marzo	29	3950000
	Abril-Junio	6	3250000		Abril-Junio	30	3950000
	Julio-Septiembre	7	120000		Julio-Septiembre	31	3300000
	Octubre-Diciembre	8	350000		Octubre-Diciembre	32	4600000
2011	Enero-marzo	9	625000	2017	Enero-marzo	33	2640000
	Abril-Junio	10	916667		Abril-Junio	34	365000
	Julio-Septiembre	11	1208333		Julio-Septiembre	35	1883000
	Octubre-Diciembre	12	1500000		Octubre-Diciembre	36	2644000
2012	Enero-marzo	13	842500	2018	Enero-marzo	37	383200
	Abril-Junio	14	842500		Abril-Junio	38	1700000

	Julio-	15	1500000		Julio-	39	2162700
	Septiembre				Septiembre		
	Octubre-	16	185000		Octubre-	40	490000
	Diciembre				Diciembre		
2013	Enero-marzo	17	1500000	2019	Enero-	41	1776700
					marzo		
	Abril-Junio	18	2200000		Abril-Junio	42	3568133,3
	Julio-	19	600000		Julio-	43	3977700
	Septiembre				Septiembre		
	Octubre-	20	280000		Octubre-	44	4950000
	Diciembre				Diciembre		
2014	Enero-marzo	21	180000	2020	Enero-	45	5600000
					marzo		
	Abril-Junio	22	250000		Abril-Junio	46	1700000
	Julio-	23	317000		Julio-	47	-
	Septiembre				Septiembre		
	Octubre-	24	180000		Octubre-	48	-
	Diciembre				Diciembre		

Nota. Elaboración propia.

De la **Figura 17** se puede evidenciar que hay una tendencia lineal creciente, lo que permite esclarecer que tipo de pronósticos se deben realizar para obtener la información adecuada, además se observa como en los trimestres siguientes al periodo 28 se presentan valores de ventas de menos de un millón, que se separan bastante de la línea de tendencia, a pesar de tener valores altos que superan el máximo de \$3'250.000 registrado antes del mismo periodo, sin embargo, es importante tener en cuenta que muchos de los valores más altos de estos periodos posteriores al número 28 son de la demanda no satisfecha, lo que representa oportunidad de negocio no aprovechada.

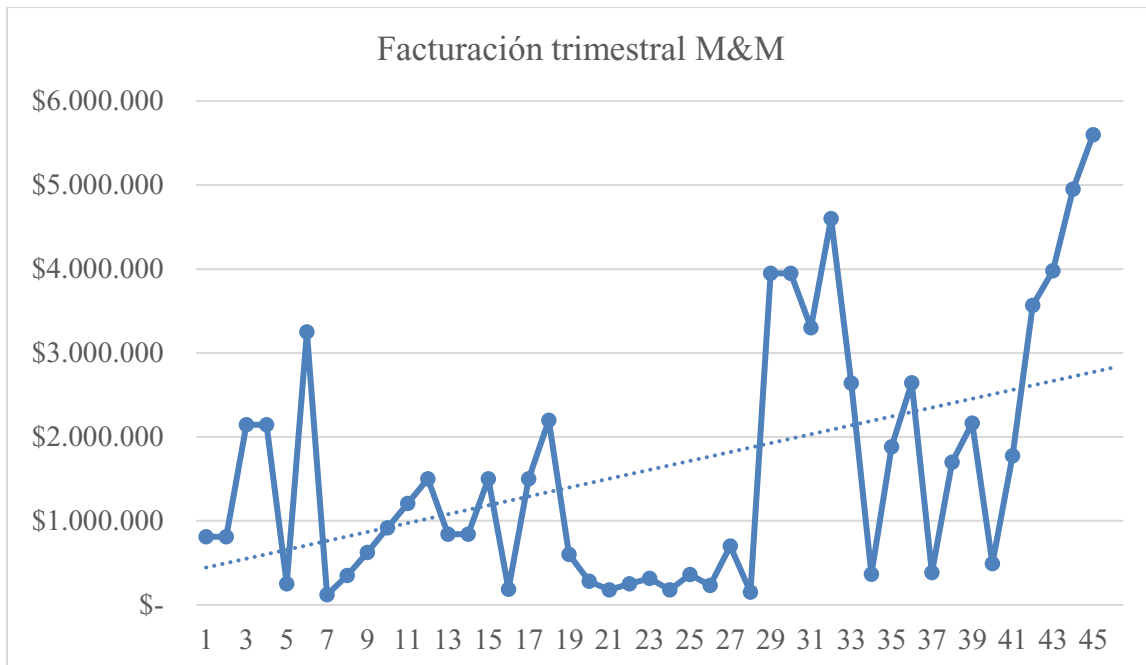


Figura 17. Facturación trimestral M&M. M&M (2019). Elaboración propia

Al tener claro que la demanda tiene una tendencia creciente, se procede a realizar el cálculo del pronóstico de la demanda, para realizar estos cálculos, se tomó como referencia la tabla “Los sistemas de pronóstico y el patrón de demanda observado”, presentada en el libro “Fundamentos de control y gestión de inventarios” de Vidal(2009), que nos recomienda emplear los sistemas de pronósticos: regresión lineal simple y suavización simple y la suavización exponencial doble, este último se realizara por el método de Brown, esto debido a la tendencia de la demanda; sin embargo por lo apreciado en la **Figura 17** se toma la decisión de emplear el cálculo de los pronósticos con los penúltimos 22 periodos de tiempo y con los 46 periodos generales, tanto como para la regresión lineal, como para la suavización exponencial simple; en el caso del método Brown solo se hizo el cálculo con los penúltimos 22 periodos de la demanda y no se tuvo encuentra el registro de los 46 periodos de la demanda para el cálculo por el método Brown, ya que el error del pronóstico sería demasiado elevado. Para los cálculos de los errores en los pronósticos seleccionados se emplearán las siguientes formulas:

Ecuación 3.

Error CFE.

$$CFE = \sum \text{Error de pronostico} \quad (3)$$

Ecuación 4.

Error MAD

$$MAD = \frac{\sum |Real - Pronostico|}{n} \quad (4)$$

Ecuación 5.

Error MSE

$$MSE = \frac{\sum \text{Error de pronostico}^2}{n} \quad (5)$$

Ecuación 6.

Error MAPE

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |Real_i - Pronostico_i|}{\text{Real}_i} \quad (6)$$

El cálculo del error del pronóstico se realizó mediante los métodos CFE(Suma acumulada de errores de pronóstico) **Ecuación 3**, MAD(Desviación media absoluta) **Ecuación 4** MSE(Error cuadrático medio) **Ecuación 5** y MAPE(Error porcentual medio absoluto) **Ecuación 6**; sin embargo se le dio prioridad al método MAPE, que presenta el error del pronóstico en cifras porcentuales, además es el mejor a emplear cuando no se conoce el volumen de la demanda; los resultados del cálculo de los errores de cada una de los sistemas de pronósticos se presentan en la **Tabla 18**, en la cual se evidencia que el menor margen de error del método MAD se presenta en el sistema de pronóstico de Brown, por lo cual este se escoge para efectuar el pronóstico de la demanda del rodillo pelador de molleja de la empresa M&M.

Tabla 18.

Resúmenes pronósticos.

	CFE	MAD	MSE	MAPE
Regresión lineal error 22 N	80,33	\$1.319.515,93	2283243009705,5	179,31%
Regresión lineal error 46 N	-329,67	\$1.079.791,72	1701110340739,54	199,99%
Suavización exponencial simple con 22 N	-5303516,51	\$804.345,16	1052025004626,48	204,64%
Suavización exponencial simple con 46 N	4925571,25	\$969.372,58	1688793212488,78	154,43%

Pronóstico Brown	-3031936,63	\$338.631,29	205296505026,12	16,15%
-------------------------	-------------	--------------	-----------------	--------

Nota. Elaboración: propia.

Al tener definido el sistema de pronóstico Brown, como el sistema a emplear, se realizaron los cálculos del error del pronóstico mediante este sistema, dichos cálculos de error, como ya se mencionó, se realizaron por los métodos CFE, MAD, MSE y MAPE, el cálculo de estos errores se presenta en la **Tabla 19**, este cálculo se realizó teniendo en cuenta el pronóstico y los periodos de la **Tabla 17** fue empleado un alfa de 50%, el cual es la constante de suavización, que actúa como un factor ponderado, esta constante varía dependiendo de la necesidad de que los valores anteriores de la demanda tengan más peso que los datos recientes o viceversa continuación se presenta el cálculo de error del pronóstico seleccionado:

Tabla 19

Pronóstica Brown (Calculo del error).

Número de periodos		22	ALFA	50%		
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	180000,00		180000,00		32400000000,00	0,00%
2	360000,00	361123,94	-1123,94	1123,94	1263240,51	0,31%
3	230000,00	274744,97	-44744,97	44744,97	2002112529,45	19,45%
4	700000,00	715027,42	-15027,42	15027,42	225823478,60	2,15%
5	150000,00	266489,56	-116489,56	116489,56	13569818422,14	77,66%
6	3950000,00	3949991,49	8,51	8,51	72,43	0,00%
7	3950000,00	4859404,93	-909404,93	909404,93	827017334640,40	23,02%
8	3300000,00	4199669,94	-899669,94	899669,94	809406001217,52	27,26%
9	4600000,00	5117171,76	-517171,76	517171,76	267466628440,76	11,24%
10	2640000,00	3240540,59	-600540,59	600540,59	360649002441,12	22,75%
11	365000,00	336002,18	28997,82	28997,82	840873457,16	7,94%
12	1883000,00	1153726,22	729273,78	729273,78	531840239478,64	38,73%
13	2644000,00	2305966,38	338033,62	338033,62	114266728989,03	12,78%
14	383200,00	401090,67	-17890,67	17890,67	320076014,95	4,67%
15	1700000,00	1251293,85	448706,15	448706,15	201337212409,32	26,39%
16	2162700,00	2040369,49	122330,51	122330,51	14964752765,40	5,66%

17	490000,00	583003,78	-93003,78	93003,78	8649702877,59	18,98%
18	1776700,00	1494390,20	282309,80	282309,80	79698821952,28	15,89%
19	3568133,33	3593481,12	-25347,79	25347,79	642510309,30	0,71%
20	3977700,00	4517428,55	-539728,55	539728,55	291306905653,12	13,57%
21	4950000,00	5587288,48	-637288,48	637288,48	406136612256,06	12,87%
22	5600000,00	6344164,42	-744164,42	744164,42	553780689928,91	13,29%
CFE	-3031936,63					
MAD	15392,33					
MSE	205296505026,12					
MAPE	16,15%					

Nota. Pronóstico Brown (Calculo del error). Elaboración propia.

En **Tabla 20** se presenta todo el cálculo del pronóstico por el sistema de Brown para los siguientes cinco trimestres, teniendo en cuenta la demanda de los penúltimos 22 periodos tomados, además se empleó un alfa del 50% el cual fue escogido para pronosticar la demanda: a continuación, se presentan cada una de las fórmulas empleadas para el cálculo mediante este sistema de pronóstico:

Ecuación 7.

[[S']]_(t>1) pronostico Brown.

$$S'_{t>1} = \alpha \times X_t + (1 - \alpha) \times S'_{t-1} \quad (7)$$

Ecuación 8.

[[S'']]_(t>1) pronostico Brown.

$$S''_{t>1} = \alpha \times S'_t + (1 - \alpha) \times S''_{t-1} \quad (8)$$

Ecuación 9.

S_t pronóstico Brown.

$$S_t = 2 \times S'_t - S''_t \quad (9)$$

Ecuación 10.

bt pronostico Brown.

$$bt = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (10)$$

Ecuación 11.

F_t(m) pronostico Brown.

$$\hat{F}_t(m) = S'_t + m \times b_t \quad (11)$$

Donde:

X_t = Valor de las series de tiempo en el tiempo t.

S'_t = Valor suavizado exponencialmente de x.

S''_t = Doble valor del suavizado exponencial.

S_t = Estimado del nivel.

b_t = Estimado de la pendiente.

α = Coeficiente de suavizado por nivel.

$\hat{F}_t(m)$ = Valor pronóstico de suavizado en el paso adelantado m para X en el tiempo t.

m = Periodos en el futuro.

Finalmente se realiza el diagnostico mediante el método Brown haciendo uso de las Ecuaciones establecidas con la finalidad de calcular 5 periodos a partir de marzo del 2020, los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 20

Pronostico Brown.

	ALFA	50%	X_t	S'	S''_t	S_t	bt	$\hat{F}_t(m)$
2014	Octubre- Diciembre	1	180000,00	180000,00	180000,00	180000,00	0,00	⁶⁷
2015	Enero- marzo	2	360000,00	270561,97	225563,72	315560,22	45563,72	361123,94
2015	Abril- Junio	3	230000,00	250154,35	237935,81	262372,89	12372,09	274744,97
2015	Julio- Septiembre	4	700000,00	476481,62	357953,47	595009,77	120017,66	715027,42
2015	Octubre- Diciembre	5	150000,00	312221,51	334944,71	289498,32	-23008,75	266489,56
2016	Enero- marzo	6	3950000,00	2142468,10	1244349,59	3040586,61	909404,88	3949991,49
2016	Abril- Junio	7	3950000,00	3051877,26	2153756,63	3949997,90	909407,04	4859404,93
2016	Julio- Septiembre	8	3300000,00	3176713,28	2668428,68	3684997,89	514672,05	4199669,94
2016	Octubre- Diciembre	9	4600000,00	3892800,22	3284437,01	4501163,44	616008,32	5117171,76
2017	Enero- marzo	10	2640000,00	3262488,80	3273394,38	3251583,22	-11042,63	3240540,59
2017	Abril- Junio	11	365000,00	1804698,28	2534460,98	1074935,58	- 738933,40	336002,18
2017	Julio- Septiembre	12	1883000,00	1844093,60	2187121,93	1501065,28	- 347339,05	1153726,22
2017	Octubre- Diciembre	13	2644000,00	2246544,15	2217018,56	2276069,75	29896,63	2305966,38
2018	Enero- marzo	14	383200,00	1309054,61	1760201,87	857907,35	- 456816,69	401090,67
2018	Abril- Junio	15	1700000,00	1505747,86	1632180,45	1379315,27	- 128021,43	1251293,85
2018	Julio- Septiembre	16	2162700,00	1836274,97	1734864,90	1937685,04	102684,46	2040369,49
2018	Octubre- Diciembre	17	490000,00	1158934,34	1445101,54	872767,15	- 289763,37	583003,78

2019	Enero- marzo	18	1776700,00	1469745,87	1457500,64	1481991,09	12399,11	1494390,20
2019	Abril- Junio	19	3568133,33	2525490,88	1994830,09	3056151,68	537329,44	3593481,12
2019	Julio- Septiembre	20	3977700,00	3256129,32	2629417,55	3882841,09	634587,46	4517428,55
2019	Octubre- Diciembre	21	4950000,00	4108353,02	3373502,60	4843203,43	744085,05	5587288,48
2020	Enero- marzo	22	5600000,00	4858833,51	4120805,34	5596861,68	747302,74	6344164,42
						Pronostico	Julio- Septiembre	6344164
							Octubre- Diciembre	7091467
							Enero- marzo	7838770
							Abril- Junio	8586073
							Julio- Septiembre	9333375

Nota. Pronostico Brown. Elaboración propia.

Finalmente se cuenta como resultado los pronósticos establecidos para los próximos cinco trimestres como se puede observar en la **Tabla 20** esto se realiza con la finalidad de tener en cuenta el alcance de ingresos en la empresa M&M y así poder determinar el retorno de inversión para cada una de las alternativas que serán establecidas.

6.2. Productividad

Se realizó una toma de tiempos en la empresa M&M durante 13 semanas, la cual se realizó el año anterior (2019) donde se observaron tiempos de utilización llevando un registro de las horas reales de la maquina durante cada semana (Seis días) como se observa en la **Tabla 21**. La utilización de la maquina no fue la más óptima teniendo una tasa del 63%.

Tabla 21.

Tabla Horas de trabajo máquina.

Horas de trabajo máquina		
Periodo	Horas de trabajo reales	Horas de trabajo teóricas
Semana 1	26,97 horas	32 horas
Semana 2	30,69 horas	40 horas
Semana 3	26,66 horas	48 horas
Semana 4	32,86 horas	48 horas
Semana 5	30,38 horas	48 horas
Semana 6	34,72 horas	48 horas
Semana 7	27,59 horas	48 horas
Semana 8	25,11 horas	48 horas
Semana 9	22,32 horas	48 horas
Semana 10	29,76 horas	48 horas
Semana 11	36,27 horas	48 horas
Semana 12	22,32 horas	48 horas
Semana 13	26,35 horas	40 horas
Total	372 horas	592 horas
Utilización de la maquina		63%

Nota. Tabla Horas de trabajo máquina. Elaboración propia.

En el proceso de fabricación del rodillo pelador de molleja la empresa utiliza la maquina (Fresadora) donde su tasa de utilización fue de la mitad, esto quiere decir que la maquina estuvo sin uso la mitad de tiempo del que puede ser utilizada, esto se debe a varias razones como baja producción, ausentismos, poca demanda en diferentes meses del año, en **Figura 18.** se puede observar el comportamiento de las horas trabajada de la maquina (Fresadora) en cada semana, en las semanas 9 y 12 obtuvieron la tasa de utilización más baja alcanzando un valor de 22,32 horas en la semana.

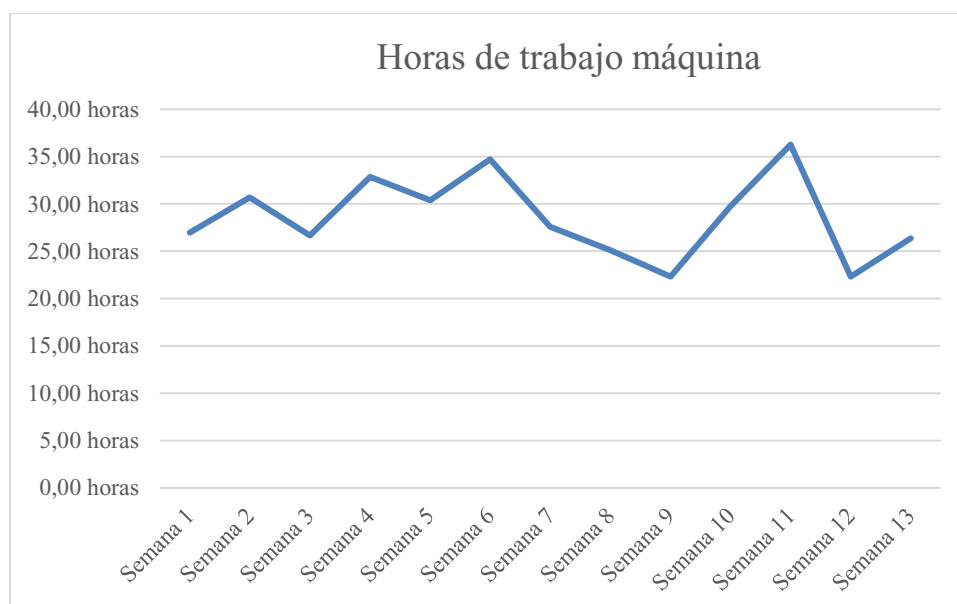


Figura 18. Horas de trabajo máquina. M&M (2019). Elaboración propia.

El proceso de fabricación del rodillo pelador de molleja se analizó también durante 13 semanas al igual que el análisis anterior, donde se evidencia la producción de los operarios en dicho periodo alcanzando una capacidad de producción del 46,15% observada en la **Tabla 22**.
Tabla 22.

Producción por máquina.

Producción por máquina		
Periodo	Producción Real calculada (Unidades)	Producción teórica (Unidades)
Semana 1	0,87 Unds	2 Unds
Semana 2	0,99 Unds	2 Unds
Semana 3	0,86 Unds	2 Unds
Semana 4	1,06 Unds	2 Unds
Semana 5	0,98 Unds	2 Unds
Semana 6	1,12 Unds	2 Unds
Semana 7	0,89 Unds	2 Unds
Semana 8	0,81 Unds	2 Unds
Semana 9	0,72 Unds	2 Unds
Semana 10	0,96 Unds	2 Unds
Semana 11	1,17 Unds	2 Unds
Semana 12	0,72 Unds	2 Unds

Semana 13	0,85 Unds	2 Unds
Total	12 Unds	26 Unds
Capacidad de producción utilizada		46,15%

Nota. Elaboración: propia.

La capacidad teórica para este proceso es de 2 unidades a la semana, capacidad que no se pudo cumplir en ninguna de las 13 semanas, en la mayoría de ellas no se logró producir ninguna unidad, sin embargo, las semanas 4,6 y 11 sacaron una unidad e iniciaron con otra pieza, esto evidencia una baja productividad del producto rodillo pelador de mollejas como se observa en la siguiente **Figura 19**

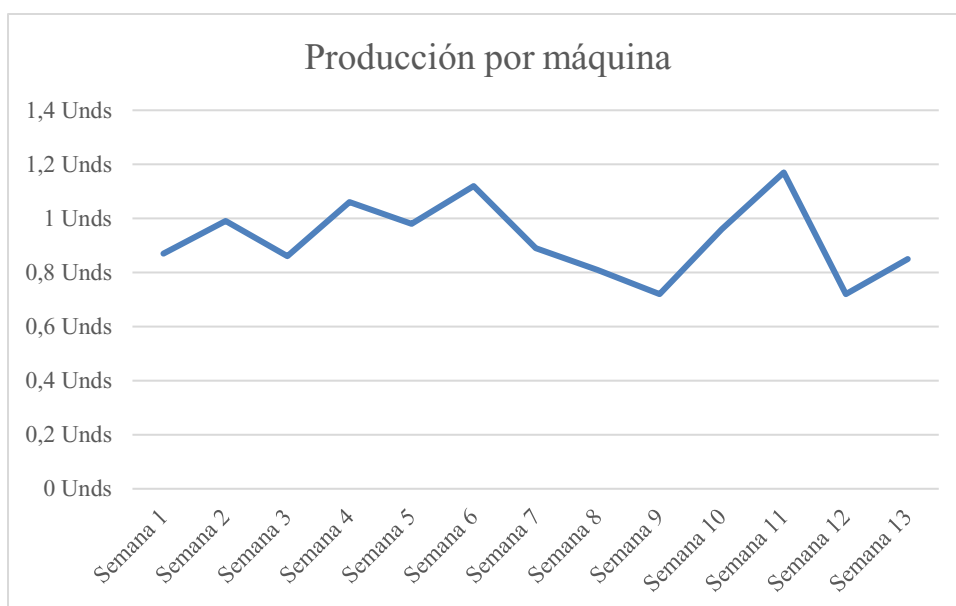


Figura 19. Horas de producción por máquina. M&M (2019). Elaboración: Propia

Para el diagnóstico de la productividad de la empresa y especialmente del proceso productivo del rodillo pelador de mollejas se planteó realizar el cálculo del Tiempo de ciclo, más conocido por su nombre en inglés Cycle Time; este cálculo permite conocer el tiempo entre el inicio de un producto y su finalización, este tiempo permite a cada empresa tener noción de cuan largo y complejo puede ser un proceso, además, el tiempo de ciclo permite tener una perspectiva de la eficiencia de la empresa, sin embargo su importancia es mucho más grande, así como lo dicen Raghu, Arvinder(2019) "...es útil para evaluar su eficiencia operativa. Este tiempo, denominado tiempo de ciclo, es un factor crucial para la experiencia general del usuario, la productividad, los ingresos de la organización y la imagen de marca." (p. 4), debido a la importancia del cálculo de este tiempo se realizó el procedimiento con los datos evidenciados dentro del OEE del operario principal de este proceso y se realizó el cálculo de este indicador contemplando la formula del mismo, la cual se puede observar a continuación:

Ecuación 12.

Formula Tiempo de ciclo

$$TC = \frac{TPN}{\#P} \quad (12)$$

Donde

TC= Tiempo de ciclo

TPN= Tiempo de producción neto

#P= Número de unidades producidas

Empleándola la **Ecuación 12** se realizó el cálculo del Tiempo de ciclo para cada uno de los cuatro trimestres del año 2019, teniendo como referentes las horas de trabajo del operario principal, las cuales se contemplan en el OEE y reemplazan el TPN de la formula; para el caso de las unidades producidas por periodo se tuvieron en contemplación las unidades elaboradas por el operario en cada trimestre, se obtuvieron los siguientes resultados para cada uno de los trimestres:

Tabla 23.

Resultados Tiempo de ciclo 2019 por trimestre.

Tiempo de ciclo trimestral 2019 (Horas por unidad)

Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Promedio
31	36	28	35	32,5

Nota. Resultados Tiempo de ciclo 2019 por trimestre, Elaboración: propia.

Se puede evidenciar en la **Tabla 23.** que el tiempo de ciclo es mayor en el segundo trimestre y que la diferencia con el menor tiempo de ciclo presentado es de 8 horas, siendo una diferencia de un turno de trabajo, adicionalmente el tiempo de ciclo promedio se encuentra 8,5 horas por encima del tiempo de ciclo ideal, lo que se traduce como baja eficiencia y baja productividad.

Por lo tanto, se realiza un análisis de los indicadores de disponibilidad, desempeño y calidad por el año 2019, para cada operario, obteniendo los siguientes resultados.

Mediante la elaboración del diagrama de Ishikawa plasmado en la **Figura 20** se evidencian las causas de la baja productividad del proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas, lo cual permitirá encontrar por qué se presenta esta situación, para identificar factores que se deben controlar para mejorar el rendimiento de la productividad.

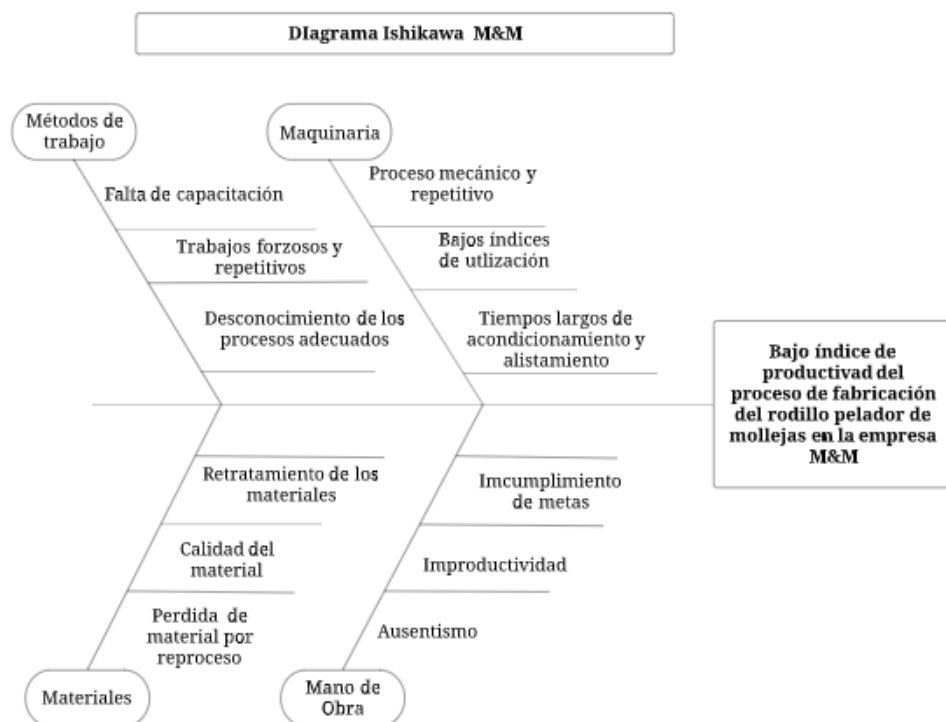


Figura 20. Diagrama Ishikawa M&M. Elaboración propia.

Las principales causas de la baja productividad se identificaron en mano de obra, maquinaria, métodos de trabajo y materiales, donde las causas que afectan más la productividad es el ausentismo por parte de los operarios en la empresa M&M, determinando improductividad, por otro lado cabe recordar que el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas es un proceso muy repetitivo, causando confianza por parte del operario lo que conlleva a una desconcentración y un posterior daño de la pieza que debe realizar un reproceso para la corrección de este mismo.

Los índices de baja utilización de la maquina (Fresadora) se debe a las causas anteriores sumándole que el producto no tiene una demanda constante o determinada por el mercado en ciertas temporadas evidenciado en los pronósticos en la **Tabla 20** Los operarios de la empresa M&M no cumple las metas establecidas de producción retrasando los pedidos solicitados por los clientes.

Tabla 24.

Ausentismo empresa M&M.

Cargo: fresador		
Tipo	No. Días	% representativo
Días laborados tiempo completo	125 días	34%
Medio tiempo	70 días	19%

Inasistencia	107 días	29%
No laborales	63 días	17%
Total	365 días	100%

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

En el análisis de tiempo de operación por parte de los operarios en el año 2019 se evidencia en la **Tabla 24**, se identificó que de los 428 días hábiles el operario laboro 125 días, 70 días laboro medio tiempo, no asistió 107 días, lo que da como resultado 160 días productivos, denotando que uno de los problemas principales que presenta la empresa es el incumplimiento por parte del colaborador, ya que ha retrasado los tiempos de entrega, puesto que la maquina se quedó sin operar 268 días, debido que dentro de la empresa no hay otra persona que sepa el manejo de esta.

6.3. Comportamiento sector avícola 2020

La empresa Mantenimiento y Mecanizados está directamente relacionada con el sector Avícola, ya que esta representa el 100% de los clientes y la empresa está altamente direccionada a suplir las necesidades y solicitudes de los servicios, y productos representados en las Tablas 1,2,3,4 estos productos son utilizados en el área productiva, es por esto que una caída o alza en la demanda del sector avícola genera una mayor cantidad de demanda la empresa mantenimiento y mecanizados Javier Peña la anterior afirmación se da mediante la experiencia de Javier Peña. En el año 2020 se presenta una situación de incertidumbre no solo referente a salubridad pública, esto genero variantes en la producción, en la demanda, oferta y demás variables sin embargo al ser un sector de primera necesidad se presenta primeramente una situación de acaparamiento lo que eleva los niveles de demanda. La Federación Nacional Avícola (FENAVI) afirma por medio de un comunicado de prensa (2020):

Se observan crecimientos anormales en la demanda por parte de los consumidores, quienes vienen acumulando inventarios de producto en sus casas, por efectos de la cuarentena obligatoria en la que está el país. Esta situación ha desequilibrado coyunturalmente los precios en el mercado, por lo que hacemos un llamado a todos los colombianos a que no se acaparen productos, ya que la industria avícola tiene una producción suficiente para atender la demanda de todo el país.

Esto por consiguiente genera un mayor índice de producción en la empresa para suplir la necesidad del mercado creada por la situación del aislamiento obligatorio. La siguiente tabla presenta los datos de producción pollo en toneladas:

Tabla 25.

Producción pollo toneladas 2015-2020.

Producción de pollo 2015-2020 (Ton)							
Producto	Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pollo	Ene	115.793	124.207	131.660	126.092	134.115	143.718
	Feb	118.873	120.032	130.485	128.870	135.908	147.147
	Mar	113.714	117.025	121.953	125.704	129.794	137.739
	Abr	119.044	121.570	123.963	133.765	131.683	136.480
	May	120.467	119.590	122.846	137.389	140.610	116.093
	Jun	113.405	120.656	126.746	141.775	147.000	102.369
	Jul	113.300	119.708	130.163	137.682	139.212	
	Ago.	118.715	118.099	128.388	138.701	139.891	
	Sep.	119.359	126.960	136.740	143.772	149.043	
	Oct	119.806	130.587	134.601	134.468	143.802	
	Nov	125.710	129.761	138.999	140.107	152.613	
	Dic	126.202	130.728	137.064	141.335	149.507	
Total		1.424.388	1.478.923	1.563.607	1.629.659	1.693.178	783.546
Variación		4,80%	3,80%	5,70%	4,20%	3,90%	

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

En la **Tabla 25** se puede evidenciar un crecimiento de la producción en el año 2020 en los primeros cuatro meses sin embargo se presenta una caída en la producción avícola en los meses mayo y junio, esto se podría estar presentando por el levantamiento del aislamiento obligatorio, y por la coyuntura económica adquirida por esta crisis sanitaria.

6.4. Percepción de los clientes de M&M 2020

La percepción de los clientes de la empresa Metalmecánica, es importante para evaluar el comportamiento de la demanda y la producción, se toma la decisión de diseñar y aplicar una entrevista de percepción esto con la finalidad de tener un panorama del comportamiento de los clientes de la empresa MANTENIMIENTO & MECANIZADOS JAVIER PEÑA, sin embargo, teniendo en cuenta que estas no pueden acceder a brindar información contable exacta, la entrevista consto de las siguientes cuatro preguntas:

- ¿De acuerdo al comportamiento de sus ventas en los últimos seis meses, considera usted que el consumo de pollo?

- ¿En función del comportamiento del mercado durante los meses de pandemia en su criterio a futuro el consumo de pollo?
- ¿De acuerdo a las políticas establecidas por el gobierno considera que el nivel de producción de pollo?
- ¿De acuerdo al comportamiento de sus ventas en los últimos dos meses (Agt., Sept, considera usted que el consumo de pollo?

Los datos presentados en la **Tabla 26** presentan la percepción obtenida por medio de entrevistas personales:

Tabla 26.

Resumen encuesta de percepción clientes 2020.

Resumen encuesta percepción 2020				
	Consumo	Consumo futuro	Nivel de producción	Ventas Ago. sept
1	igual	Igual	bajo poco	igual
2	subió mucho	subió poco	bajo mucho	subió mucho
3	igual	subió poco	bajo poco	subió mucho
4	subió mucho	subió poco	bajo poco	subió poco
5	igual	Igual	bajo poco	igual
6	subió poco	subió poco	bajo mucho	subió poco
7	subió poco	subió poco	bajo poco	subió poco
Total	7	7	7	7

Nota. Elaboración Propia por medio de SPPS.

Las cuatro preguntas constaron de la misma escala esto para brindar uniformidad en las respuestas para su posterior análisis, la escala seleccionada se da de la siguiente forma: BAJO MUCHO, BAJO POCO, SE MANTUVO, SUBIO POCO, SUBIO MUCHO. Las preguntas fueron realizadas personalmente, por solicitud de los encuestados, no se dará relación de las respuestas con cada empresa sin embargo estas fueron realizadas al departamento de compras y contabilidad para el caso de las empresas que no cuentan con este departamento. Se obtuvo así la percepción de siete empresas clientes de Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña. Tabla 26. la empresa cuenta con 12 clientes sin embargo las empresas ubicadas fuera del área de Bogotá no pudieron ser entrevistadas, en otros casos estas no se encontraban en condiciones necesarias para el ingreso, o prefirieron abstener la participación de la encuesta. Es por esto

que la muestra tomada es muy pequeña las estadísticas de fiabilidad generadas fueron las siguientes:

Tabla 27.

Estadísticas de fiabilidad.

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,437	,321	4

Nota. Elaboración Propia por medio de SPSS.

El alfa de Cronbach **Tabla 27** se encuentra en .0437 este es muy bajo lo que representa una fiabilidad baja en las encuestas de percepción realizadas, esto puede deberse a el tamaño de la muestra o por otra parte por una o varias variables que no presenten correlación para mejorar esta confiabilidad se procederá a realizar las matrices de covarianza y correlación las cuales contarán directamente con el análisis igualmente de las mismas y finalmente a raíz de lo observado se procederá a determinar por ultimo un alfa de Cronbach nuevo con la eliminación de la variable crítica si esta existe para brindar una mayor consistencia

Tabla 28.

Matriz de covarianza.

Matriz de covarianzas entre elementos				
	consumo	consumo futuro	nivel de producción	ventas ago.-Sept.
Consumo	,810	,286	-,214	,333
Consumo futuro	,286	,238	-,095	,333
Nivel de producción	-,214	-,095	,238	-,167
Ventas Ago. Sept	,333	,333	-,167	,667

Nota. Elaboración Propia por medio de SPSS.

La covarianza **Tabla 28** permite la identificación del comportamiento de la variable frente a otra de las variables como se puede observar en la tabla anterior existe una relación positiva entre las variables: **consumo-consumo a futuro** es decir las empresas que consideraron el consumo en medio de la pandemia está relacionada positivamente con el consumo a futuro; Consumo-Ventas Agosto y Septiembre; Consumo a futuro- ventas Agosto septiembre. Existe finalmente la covarianza negativa entre los niveles de producción y el consumo, consumo a futuro, es decir si los niveles de producción subieron el consumo se disminuyó sin embargo no

se encuentra relación lógica frente a este resultado por lo que se procede a realizar la matriz de correlación:

Tabla 29.

Matriz de correlación entre las variables.

Matriz de correlaciones entre elementos				
	consumo	consumo futuro	nivel de producción	ventas ago.-Sept.
consumo	1,000	,651	-,488	,454
consumo futuro	,651	1,000	-,400	,837
nivel de producción	-,488	-,400	1,000	-,418
ventas ago.-Sept.	,454	,837	-,418	1,000

Nota. Elaboración Propia por medio de SPSS.

En la **Tabla 29** encontramos igualmente dos tipos de correlación entre las variables establecidas correlación negativa y positiva, sin embargo en los dos casos donde se presenta una correlación negativa estas no son representativas es decir no guardan relación entre estas variables; para el primer caso (niveles de producción- consumo) cuentan con una correlación de -.488 y para el segundo caso (niveles de producción- consumo Futuro) es de -.400 es decir se concluye que no cuentan con relación, esto teniendo en cuenta que para este caso específico guardan sentido ya que la perspectiva se dio frente a las condiciones en las cuales el consumo aumento como se puede observar en la **Tabla 26**, y claramente los niveles de producción debieron disminuir a causa de las directrices políticas dadas en el momento, sin embargo no se puede presentar la afirmación de una relación para este caso ya que estas dos variables son independientes una de la otra, los niveles de producción fueron afectados por decisiones externas y las cuales no eran controladas por las empresas productoras de pollo, y este al ser un artículo de primera necesidad no disminuiría su consumo de una manera abrupta a raíz de esto. Por otra parte, La correlación positiva si cuenta con que representan una relación en el primer caso .651 entre el consumo y consumo a futuro esto significa que los niveles de consumo aumentaron y a su vez se podría haber generado un hábito de consumo mayor. Finalmente, la correlación más fuerte se encuentra entre el consumo a futuro y las ventas registradas en los meses Agosto y septiembre las cuales permitan conocer un panorama de ventas creciente para las empresas avícolas, lo que permite un grado de confianza para la empresa Mantenimiento y Mecanizados Javier Peña. En conclusión, mediante la matriz de correlaciones podemos

observar que la variable “nivel de producción” no presenta relación frente a las demás variables analizadas esto puede deberse a que esta variable se podría denotar como independiente para este caso ya que esta no fue decisión plenamente de las empresas, si no por el cumplimiento de las directrices gubernamentales, se presenta el Alfa de Cronbach ajustado, mediante la exclusión de la variable seleccionada.

Tabla 30.

Estadísticas de fiabilidad ajustadas exclusión respuestas niveles de producción.

Estadísticas de fiabilidad ajustadas

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,789	,846	3

Nota. Elaboración Propia por medio de SPSS.

En definitiva se presenta una mejora en la fiabilidad en la **Tabla 30** de las encuesta realizadas eliminando en cuestión la respuesta frente a la pregunta relacionada con el aumento o disminución de los niveles de producción a raíz de las políticas establecidas por el gobierno, ya que no guardaba una relación directa ni positiva ni negativamente con ninguna de las otras variables es decir el comportamiento de esta, fue totalmente independiente, cabe aclarar que los datos registrados en la matriz de covarianza y correlación no son afectados mediante este ajuste, por esto no se presentaran las tablas ajustadas.

6.5. Herramientas Lean Manufacturing

En la empresa M&M se realizó un diagnóstico general de las herramientas de Lean Manufacturing más representativas para esta investigación, se evaluaron las herramientas Gemba, Walk, 5'S, TPM, SMED, Kanban, Kaizen.

Tabla 31.

Implementación de herramientas Lean Manufacturing de la empresa M&M.

Empresa M&M	
Herramientas Lean Manufacturing	Implementación
1. Gemba Walk	53,3%
2. 5'S	39%
3. TPM	18%
4. SMED	13%
5. Kanban	28%
6. Kaizen	25%

Total	29%
-------	-----

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

El diagnóstico de las herramientas se puede observar en la Tabla 31. donde se determina un nivel de implementación apenas del 29%, lo que resulta un poco bajo para la empresa M&M.

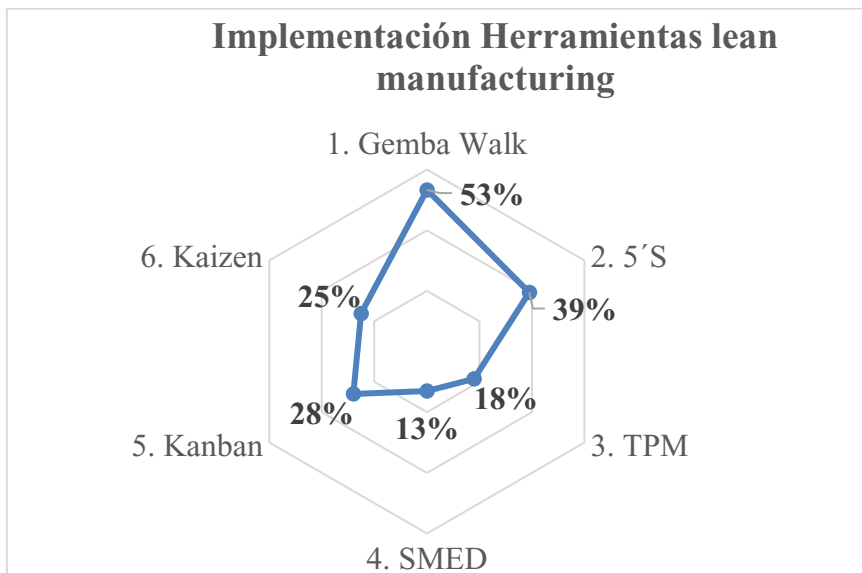


Figura 21. Implementación herramientas Lean Manufacturing empresa M&M. Elaboración propia.

El nivel de implementación de las herramientas es muy bajo debido que la empresa M&M no tiene en cuenta pilares de la filosofía Lean Manufacturing, posteriormente se realiza el diagnóstico respectivo para cada una de las herramientas.

6.5.1. Gemba Walk.

Para tener una idea más acertada del proceso, se decide hacer un Gemba Walk, esto con el fin de expandir la perspectiva que se tiene hasta el momento contando con la visión del operario frente al sistema de producción del rodillo pelador de mollejas y frente a las condiciones de trabajo del mismo; Se realizaron una serie de preguntas al operario en las dos etapas del proceso y en una etapa secundaria que consta del afilado del buril, esta etapa se realiza quincenalmente, sin embargo al hacer el Gemba Walk el operario la realizo, por ello se tuvo en cuenta.

A continuación, se presenta la **Tabla 32** que contiene las preguntas realizadas mientras el operario estaba realizando el proceso de torneado y sus respectivas respuestas:

Tabla 32.

Preguntas y respuestas momento torneado.

Cargo:	Operario
Preguntas	Momento: Torneado
1. ¿En qué está trabajando actualmente?	En la elaboración del rodillo pelador de mollejas
2. ¿Existe un proceso establecido para esta tarea?	Si, es un proceso establecido y no hay un documento que lo soporte.
3. ¿A qué retos se está enfrentando?	Afilado, problemas de colación del acero.
4. ¿Puede afrontar los retos a los que se enfrenta?	No, depende netamente del material empleado.
5. ¿Como cree que podría facilitar esta tarea?	La tarea se podría realizar más fácil si el proceso se automatiza.
6. ¿Cree que la tarea podría ser realizada en un menor tiempo?	Actualmente el sistema no lo permite.
7. ¿Le hace falta tener alguna herramienta o material a la mano?	No, sin embargo, las herramientas se pierden y debe buscarlas.
8. ¿Cree que la siguiente estación de trabajo está bien ubicada?	No, el espacio es pequeño.
9. ¿Considera que cuenta con la dotación adecuada para realizar el trabajo?	Si, sin embargo, no la usa adecuadamente.
10. ¿Considera que el área de trabajo es adecuada?	Si, es cómoda y cuenta con buena luz y ventilación.

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta la **Tabla 33** que contiene las preguntas efectuadas mientras el operario estaba realizando el proceso de fresado y las respectivas respuestas, considerando que es la etapa final

Tabla 33.

Preguntas y respuestas momento fresado.

Cargo:	Operario
Preguntas	Momento: Fresado
1. ¿En qué está trabajando actualmente?	Haciendo rodillos peladores de mollejas y una reparación de una pistola jarvis
2. ¿Existe un proceso establecido para esta tarea?	Si, conoce el proceso, sin embargo, no hay un documento en donde se pueda evidenciar.
3. ¿A qué retos se está enfrentando?	Movimientos repetitivos, le duelen las manos, la espalda, se encuentra en una posición poco ergonómica y se puede quemar con residuos (Viruta).
4. ¿Puede afrontar los retos a los que se enfrenta?	Si, con pausas activas y con ejercicios motrices, sin embargo, no los practica.
5. ¿Como cree que podría facilitar esta tarea?	Considera que sería más fácil con la implementación de tecnología en el proceso.
6. ¿Cree que la tarea podría ser realizada en un menor tiempo?	Si, con una estandarización del proceso
7. ¿Le hace falta tener alguna herramienta o material a la mano?	Tiene todas las herramientas, pero en ocasiones las pierde, lo que hace que tenga que dedicar tiempo a buscarlas.
8. ¿Cree que la siguiente estación de trabajo está bien ubicada?	Es el proceso final, el producto final se lleva a inventario, no está muy cerca el área de inventario del área de fresado.
9. ¿Considera que cuenta con la dotación adecuada para realizar el trabajo?	Si, pero no la usa adecuadamente.
10. ¿Considera que el área de trabajo es adecuada?	No, tiene mucho polvo, desorden y la ubicación es inadecuada.

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

Cuando se estaba realizando el Gemba Walk, se observó en el proceso de fresado que una de las piezas esenciales para la realización del proceso, conocida como buril, tenía cierto desgaste (Falta de filo), para ello, el operario se dispone a sacar filo a esta pieza; se decide tomar esta etapa del proceso como secundaria, ya que no se realiza frecuentemente, aun así es indispensable ya que afecta directamente la calidad del mismo debido a que un buril afilado adecuadamente brinda un mejor acabado del producto, pero algunas veces no se cuenta con el

repuesto o con el afilado indicado; por ello se realizaron las nueve preguntas para esta etapa, las cuales aparecen en la siguiente **Tabla 34**

Tabla 34.

Preguntas y respuestas momento afilado de buril.

Cargo:	Operario
Preguntas	Momento: Afilado buril
1. ¿En qué está trabajando actualmente?	Afilado de buril
2. ¿Existe un proceso establecido para esta tarea?	Si, no hay documentación que lo sustente.
3. ¿A qué retos se está enfrentando?	En ocasiones no encuentra la piedra de afilar, se deben cambiar continuamente y en ocasiones no se puede afilar el buril.
4. ¿Puede afrontar los retos a los que se enfrenta?	Si, con un mejor orden del puesto de trabajo y con mejores implementos de afilado.
5. ¿Como cree que podría facilitar esta tarea?	Con un afilador especializado para buriles (No cuentan con el afilador)
6. ¿Cree que la tarea podría ser realizada en un menor tiempo?	Estandarizando el proceso o haciendo un estudio previo para el correcto afilado.
7. ¿Le hace falta tener alguna herramienta o material a la mano?	No, cuenta con todas las herramientas, pero las pierde y debe buscarlas.
8. ¿Cree que la siguiente estación de trabajo está bien ubicada?	No, podría ubicarse de mejor forma.
9. ¿Considera que cuenta con la dotación adecuada para realizar el trabajo?	Si, la usa adecuadamente.
10. ¿Considera que el área de trabajo es adecuada?	Si, hay más luz y es más cómodo que los demás procesos.

Nota. Fuente M&M. Elaboración: propia.

De la información recolectada al hacer estas preguntas al operario, se pudo apreciar desde la perspectiva del mismo que en el proceso de producción del rodillo pelador de mollejas, hay

problemas con el orden en el puesto de trabajo, así como la limpieza del puesto, esto dificulta un poco más las tareas y el operario se demora mucho más en la finalización de las actividades, también se encuentran problemas de distribución de las etapas del proceso, hace falta documentación pertinente y el operario suele no usar la dotación adecuada para realizar el trabajo, por último los procedimientos presentan ciertas dificultades, como repetitividad, poca ergonomía para hacer el trabajo, problemas de verificación y retrabajos de materiales, por ello, se realizará un diagnóstico más profundo por métodos de Lean Manufacturing, como 5'S, SMED, TPM, Kanban, entre otros.

Para realizar un diagnóstico más acertado del Gemba Walk, se realizaron tablas con pesos y porcentajes para cada una de las preguntas y para cada uno de los momentos, teniendo en cuenta la importancia del fresado y el torneado, cada uno de ellos tiene un peso de 45% y al proceso de afilado de buril se le dio un peso de 10% para cada una de las preguntas, a continuación, se presentan en la **Tabla 35**. los valores correspondientes al peso de cada una de las preguntas, teniendo en cuenta además que cada pregunta tiene un peso del 10% para la evaluación final del Gemba Walk.

Tabla 35.

Evaluación Gemba Walk empresa Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña

Evaluación de Gemba Walk Empresa Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña									
Factor a evaluar	Valor Torneado	Peso	Valor Fresado	Peso	Valor Afilado buril	Peso	Total	Peso de la pregunta	Total de factor aplicado
Noción del trabajo a desempeñar	3	45%	3	45%	3	10%	1	10%	10,0%
Existencia de un proceso definido	1	45%	1	45%	1	10%	0,333	10%	3,3%
Presentación de inconvenientes	2	45%	1	45%	0	10%	0,45	10%	4,5%
Capacidad de afrontar los retos	0	45%	1	45%	2	10%	0,217	10%	2,2%

Posibilidad de facilitar la tarea	1	45%	1	45%	1	10%	0,333	10%	3,3%
Realización de la tarea en menor tiempo	0	45%	2	45%	2	10%	0,367	10%	3,7%
Disponibilidad de herramientas	2	45%	2	45%	2	10%	0,667	10%	6,7%
Ubicación adecuada de la siguiente estación de trabajo	1	45%	2	45%	1	10%	0,483	10%	4,8%
Disponibilidad de dotación adecuada	3	45%	3	45%	4	10%	0,775	10%	7,8%
Condición del área de trabajo	3	45%	1	45%	3	10%	0,7	10%	7,0%
Porcentaje de evaluación Gemba Walk									53,3%

Nota. Evaluación Gemba Walk empresa M&M, Fuente M&M. Elaboración: propia.

De la tabla anterior se puede determinar que el porcentaje final de evaluación de la metodología de Lean Manufacturing Gemba Walk es de 53,3%, lo que significa que en este porcentaje es actualmente aplicado en la empresa.

6.5.2. 5'S.

6.5.2.1. Diagnóstico 5'S.

Se realizó un diagnóstico de la metodología de 5'S filosofía de Lean Manufacturing para conocer el estado de la empresa respecto al proceso de fabricación de rodillo pelador de mollejas, evaluando parámetros de 5'S, durante el mes de agosto de 2020 calificando las actividades propuestas que fueron: asignación, nivel, colocación, disponibilidad, artículos, función, basura, herramientas, datos y limpieza observados en la **Figura 22**

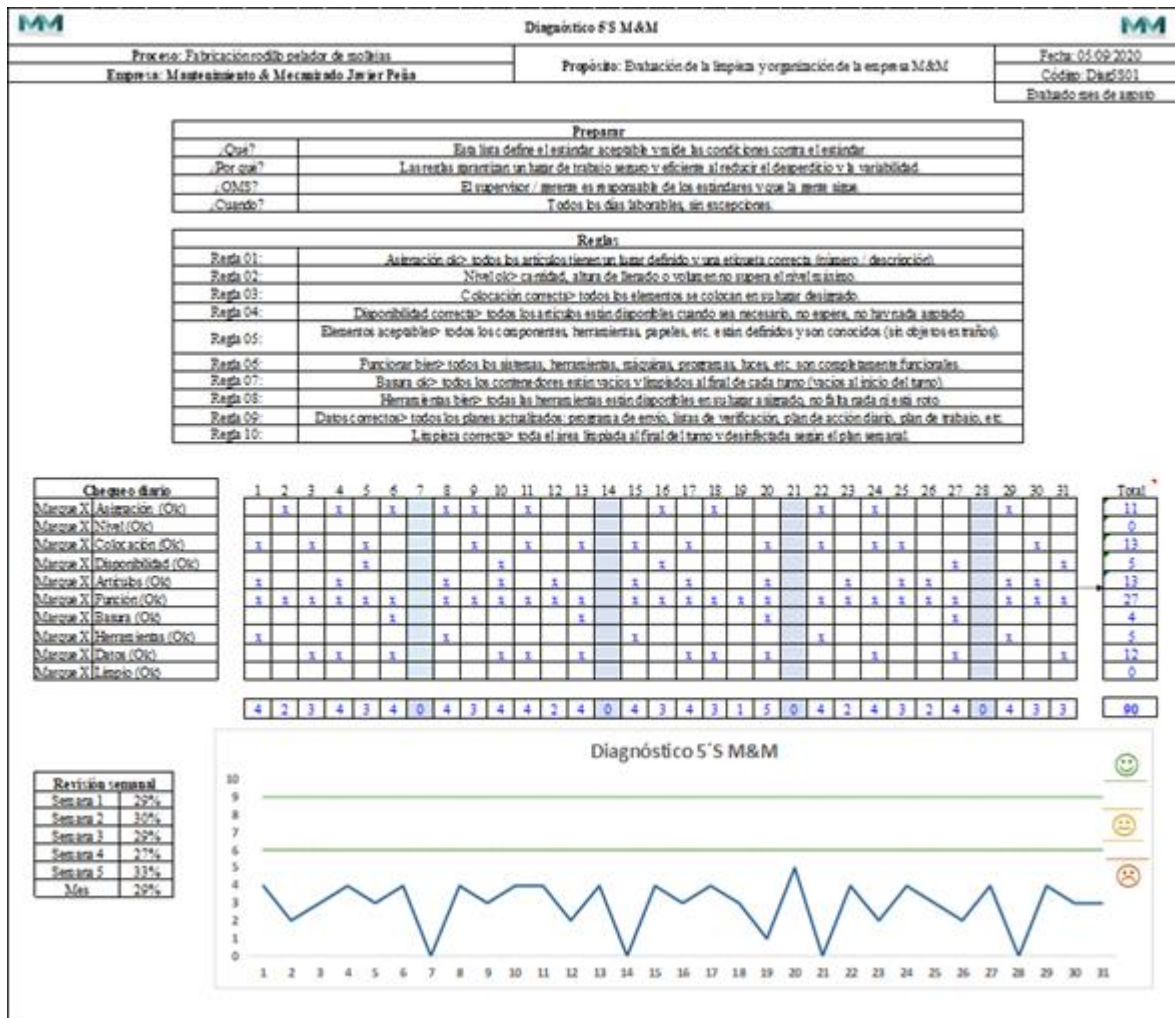


Figura 22. Diagnóstico 5'S M&M. Elaboración propia.

La empresa mantenimiento & mecanizado Javier Peña no cuenta con los estándares mínimos de la metodología 5'S evidenciado en el diagnostico anterior, donde los operarios de la empresa no realizan actividades diarias como: asignar un puesto a todas las herramientas utilizadas durante el proceso, los elementos utilizados no tienen un lugar asignado de almacenamiento, las herramientas no se encontraban disponibles durante todo el día debido que no se sabía el lugar específico de ellas, se encuentran objetos y elementos extraños a los utilizados en el proceso, se encuentra acumulación de residuos y no se realiza el desocupado de contenedores a diario o salida de materiales de uso reciclable, no se realiza una actualización de los programas o planes de acción propuesto para el día, todos los elementos no se dejan en su lugar para no tener retrasos en el turno siguiente por esta razón se realizó la siguiente evaluación de las 5'S.

La empresa mantenimiento & mecanizado Javier Peña no cuenta con los estándares mínimos de la metodología 5'S evidenciado en el diagnostico anterior, donde los operarios de la empresa no realizan actividades diarias como:

El utillaje utilizado no tiene un lugar asignado de almacenamiento.

Las herramientas no se encontraron disponibles.

Se encontraron objetos y elementos extraños ajenos al proceso.

Se encontró acumulación de residuos al no desocupar contenedores al finalizar la jornada (materiales de uso reciclable).

No se realizó una actualización de los programas o planes de acción propuesto para cada día.

Durante el periodo analizado se logró tener una tasa de implementación de la metodología apenas del 39% como se puede ver en la **Tabla 41** por esta razón se decide realizar una evaluación más profunda de la metodología 5'S.

6.5.1.1. Evaluación 5'S.

6.5.1.1.1. Ponderación evaluación 5'S.

Se realizó la evaluación de las 5'S a través de una ponderación por cada una de las Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, para conocer a detalle el estado de la empresa M&M con el fin de evidenciar información no descrita en el diagnóstico representado en la Fig.18. La evaluación se realizó por medio de la observación conociendo la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en la organización y en el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas.

Escala de valoración:

1. Muy mala.
2. Mala.
3. Regular.
4. Buena.
5. Muy buena.

Tabla 36.

Evaluación 5'S M&M (Seiri).

Evaluación 5'S M&M				
ÁREA:		Producción: Rodillo Pelador de Mollejas.		Fecha:
Producción.				25/08/2020
"S"	#	Ítem e evaluar	Descripción	Valor Asignado

SEIRI	1	Materiales y objetos ajenos al proceso en estanterías o lugares de almacenamiento.	Materiales/objetos en exceso en el puesto de trabajo o en el lugar de almacenamiento	1
	2	Materiales y objetos en áreas de circulación	Materiales/objetos que no permiten la normal circulación en la empresa y en el proceso,	2
	3	Máquinas, herramientas y equipos complementarios.	Existen elementos innecesarios alrededor del proceso.	2
	4	Basura y desechos.	Existen elementos innecesarios alrededor del proceso.	1
			Total:	6
			Porcentual:	30%

Nota. M&M. Elaboración: propia.

La evaluación de Seiri se evidencio que la empresa mantiene objetos ajenos en los sitios de trabajo y maquinaria (Tornos y fresadoras) acompañado de una mala circulación por la acumulación de desechos de los diferentes procesos y objetos que no tienen nada que ver con la actividad económica de la compañía, se obtuvo una ponderación del 30% identificado en la **Tabla 36** lo que significa que se la empresa está utilizando los sitios de trabajo de una forma inadecuada, es necesario una intervención para aumentar la clasificación de los diferentes espacios.

Tabla 37.

Evaluación 5'S M&M (Seiton)

SEITON	5	Identificación de Lugares	Existe de lugares marcados y definidos para el almacenamiento de herramientas, equipo, elementos de seguridad e indumentaria.	2
	6	Materia prima, Producto en proceso, productos terminados,	¿Existen las cantidades adecuadas? ¿Están ordenadas?	3
	7	Equipo, herramientas y adicionales.	Ubicación específica y devolución de herramientas.	1

8	Demarcación y áreas de circulación	Existe una demarcación clara de los sitios de trabajo, circulación y almacenamiento,	1
		Total:	7
		Porcentual:	35%

Nota. M&M. Elaboración propia.

La evaluación de Seiton se evidencio que no existe una demarcación de las zonas de trabajo (equipos, almacenamiento, herramienta, entre otras), la ubicación del utillaje no es específico generando un desorden en la búsqueda de herramientas específicas, se obtuvo una ponderación del 35% identificado en la **Tabla 37** Lo que evidencia un desorden en la organización de la empresa en almacenamiento, distribución de planta.

Tabla 38.

Evaluación 5'S M&M (Seiso).

9	Paredes, pisos, techos, ventanas y puertas.	Existe grado de limpieza de paredes, pisos, techos, ventanas y puertas. ¿Se realiza la limpieza	4
10	Máquinas, herramientas y equipos complementarios.	correspondiente de máquinas, herramientas y equipos complementarios?	3
SEISO			
11	Estanterías, bancos, mesas y lugares de almacenamiento.	Existe grado de limpieza de Estanterías, bancos, mesas y lugares de almacenamiento. ¿Existe personal responsable	3
12	Habito de limpieza	de limpieza? ¿No existen estándares de limpieza?	3
		Total:	13
		Porcentual:	65%

Nota. M&M. Elaboración propia.

La evaluación de Seiso fue positiva en comparación a las otras 4'S, aunque la empresa presenta problemas de desorden y acumulación de desechos y objetos ajenos a la empresa, existe limpieza en general de la planta, donde existe una responsabilidad común de limpiar los espacios y maquinaria utilizada en los diferentes procesos de la empresa M&M, se obtuvo una

ponderación del 65% observando en la **Tabla 38** determinando que la empresa no tiene la mejor limpieza, pero se encuentra trabajando en ello.

Tabla 39.

Evaluación 5'S M&M (Seiketsu).

13	Las primeras 3'S se encuentran implementadas.	Se encuentran en un estado de implementación.	2
14	Estado del lugar de trabajo.	Existencia de ruido, luminosidad, comodidad, temperaturas agradables en el lugar de trabajo.	3
SEIKETSU			
15	Métodos y procedimientos	Existe uso de procedimientos escritos, claros y actuales.	1
16	Mejora continua.	Existen notas de ideas de mejora o planes de este mismo.	1
Total:			7
Porcentual:			35%

Nota. M&M. Elaboración propia.

La evaluación de Seiketsu busca la estandarización para prevenir posibles desordenes y suciedades por esta razón se tienen en cuenta la implementación de las anteriores 3'S, la empresa tiene una ponderación baja con un 35% observada en la **Tabla 39** Es necesario que la empresa realice documentación de procesos, procedimientos escritos claros y actuales para comunicarlo a los empleados e interesados de la organización, Por otra parte, aunque las condiciones del lugar de trabajo son buenas es necesario seguir trabajando en ellas para tener mejores condiciones de trabajo mejorando las comodidades de los operarios.

Tabla 40.

Evaluación 5'S M&M (Shitsuke).

17	Las primeras 4'S se encuentran implementadas.	Se encuentran en un estado de implementación.	2
SHITSUKE			
18	Normalización	Existe conocimiento de cumplimiento de normas de la empresa y del sector metalmecánico.	2

19	Indumentaria y elementos de seguridad.	Existe utilización del uniforme y elemento de seguridad.	1
20	Programación de acciones.	Existe grado de cumplimiento de las acciones programadas.	1
Total:			6
Porcentual:			30%

Nota. M&M. Elaboración propia.

La evaluación de Shitsuke determina las 4'S anteriores Seiri, Seiton, Seiso y Seiketsu, la empresa no tiene la metodología implementada, pero cumple algunas actividades de ellas, los operarios tienen uniforme y elemento de seguridad, pero no hacen utilización de ellos debido que no hay cumplimiento del uso por parte del personal al mando, para lo anterior Shitsuke busca el mejoramiento de la empresa por su pilar de disciplina por esta razón la empresa obtuvo una ponderación baja de 30% de aplicación observada en la **Tabla 40**.

Tabla 41.

Evaluación 5'S M&M Puntaje y ponderación.

"5'S"	Puntaje	Máximo	%
Seiri	6	20	30%
Seiton	7	20	35%
Seiso	13	20	65%
Seiketsu	7	20	35%
Shitsuke	6	20	30%
Total:	39	100	39%

Nota. M&M. Elaboración propia.

La evaluación de las 5'S determino un diagnostico general de la metodología de la filosofía Lean Manufacturing con una ponderación global de 39% de aplicación, aunque cada S tiene algunas actividades correspondientes a la metodología, la empresa debe realizar un mejor trabajo para garantizar el orden, limpieza, clasificación, disciplina y estandarización, como lo vemos en la **Figura 23** La herramienta más adelantada es Seiso por esta razón el esfuerzo no es el mismo de mejoramiento, pero no se debe dejar de lado debido que es un factor que ayuda a la empresa en administración y producción de los planes programados.

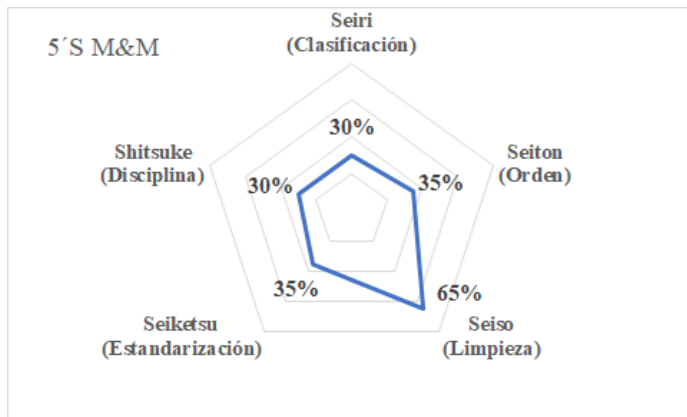


Figura 23.Diagrama distribución 5'S M&M. Elaboración propia

En la siguiente **Figura 24** se puede observar el almacenamiento de la bodega en la empresa M&M, donde a simple vista se ve el utillaje en los lugares no correspondientes, las brocas introducidas en un trozo de madera lo pueden generar debilitamiento del material, recipientes de diferentes fluidos no identificados y puestos a la mano sin conocer su contenido o propiedades para su uso específico.



Figura 24.Almacenamiento M&M. Elaboración propia.

El desorden específico del utillaje se observa en la siguiente **Figura 25** donde se guardan las diferentes herramientas en un mismo compartimiento, causando demoras en la búsqueda de alguna en específica para el inicio de la operación, mantenimiento o proceso en curso.



Figura 25.Almacenamiento utillaje M&M. Elaboración propia.

Los desperdicios de los diferentes procesos se pueden ver en la siguiente **Figura 26** donde se logra observar la acumulación de residuos metálicos que se recaudan para su posterior venta.



Figura 26.Almacenamiento residuos M&M. Elaboración propia

La empresa M&M cuenta con problemas serios de orden, clasificación limpieza, estandarización y disciplina por esta razón ocurren demoras en los tiempos de producción y fallas en los equipos por falta de limpieza se recomienda la implementación adecuada de la propuesta de las 5'S para mejorar la productividad y el estado de la compañía.

6.5.3. TPM.

La empresa M&M no cuenta con un plan de mantenimiento por esta razón la fresadora y el torno reciben un manteamiento o arreglo durante la ejecución de fabricación de rodillo pelador de mollejas cuando ocurre una falla, generando retrasos de producción.

En la ocurrencia de la falla es necesario que los operarios gasten tiempo de fabricación en la búsqueda del posible altercado si es posible solucionarlo o esperar una persona externa de la compañía que se dirija hasta la planta para encontrar y solucionar el problema, es necesario la implementación de un plan de mantenimiento direccionado para que no se presenten

situaciones como la anterior, por esta razón se realizó un diagnóstico de esta metodología para conocer la situación de la empresa frente a la posible aplicación de un plan de mantenimiento.

Criterios de puntuación:

- 0 - No es una práctica de la empresa.
- 1 - Es una práctica, únicamente arraigada en algunas áreas + - 25%.
- 2 - Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + - 50%.
- 3 - Es una práctica, casi generalizada + - 75%.
- 4 - Es una práctica habitual, sin excepciones.

Tabla 42.

Diagnóstico TPM empresa M&M.

Diagnóstico TPM M&M		
Proceso: Fabricación rodillo pelador de mollejas.		
Empresa: Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.		
Propósito: Evaluación del TPM.		Fecha: 05/09/2020
Ítem	CRITERIO	Puntos
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	0
Observaciones: Los conceptos de TPM no son conocidos por el personal de mantenimiento de la empresa M&M.		
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos? ¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente?	3
Observaciones: Las máquinas de la empresa M&M funcionan con algunos de los elementos de seguridad.		

3	¿Se publican en cada área de trabajo los planes de intervención de mantenimiento (preventivo, predictivo)? ¿Se rastrea y evalúa la duración de los diferentes ítems críticos en el correcto funcionamiento del equipo?	0
Observaciones: No se publican los planes de intervención de mantenimiento en la empresa M&M.		
4	¿Se mantienen con rigor los registros de las intervenciones de mantenimiento y se exponen de manera clara y visible para todos los operarios?	0
Observaciones: No se tiene rigor en los registros de las intervenciones de ningún proceso dentro de la empresa M&M.		
5	¿Las actividades de mantenimiento se enfocan al aumento de la utilización-disponibilidad de los equipos y a la disminución de la variabilidad en el tiempo de ciclo?	1
Observaciones: Algunas actividades de mantenimiento se enfocan en la utilización del torno y la fresadora.		
6	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción?	1
Observaciones: Se encuentran muy pocas responsabilidades de mantenimiento por parte de los operarios y personal de mantenimientos.		
7	¿Se destina un tiempo diario suficiente, en la actividad de los operarios, para dedicarlo a actividades de mantenimiento, conservación y limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	0
Observaciones: No se destina tiempo a diario en actividades de mantenimiento en la empresa M&M.		
Puntuación total		5
Máxima puntuación		28
Valoración del parámetro Lean		18%

Nota. M&M. Elaboración propia.

Lo observado en la **Tabla 42** determina que la empresa no cuenta con responsables de mantenimiento dentro de la organización, no se cuenta con los elementos de seguridad

adecuados, no existe documentación ni publicación de planes de intervención de las maquinas (torno y fresadora), las responsabilidades para la ejecución del mantenimiento no se encuentran determinados y no se destina tiempo a diario para realizar un mantenimiento autónomo.

6.5.4. SMED.

Se toma la decisión de evaluar el proceso de producción del rodillo pelador de mollejas por el método SMED de Lean Manufacturing, teniendo en cuenta que hace referencia al cambio rápido de piezas; sin embargo, para la realización del trabajo, se tiene en contemplación el tipo de proceso productivo y el tamaño de la empresa, por ello el análisis de este método se enfoca en las actividades y la capacidad de mejorar, simplificar o modificar las actividades, las actividades como lo requiere el método son clasificadas como internas o externas, siendo las internas las actividades que se realizan con la maquina quieta y las externas son las actividades que se realizan con la maquina en proceso de producción, a partir de esto se hace el análisis para el proceso de torneado y el proceso de fresado.

Se realizo un diagnóstico de la implementación y presencia actual de la herramienta de Lean Manufacturing SMED, con el fin de calcular el porcentaje de aplicación actual, de la herramienta para su posterior aplicación en la empresa, en el caso de que el porcentaje de aplicación actual sea bajo.

Criterios de puntuación:

- 0 - No es una práctica de la empresa.
- 1 - Es una práctica, únicamente arraigada en algunas áreas + - 25%.
- 2 - Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + - 50%.
- 3 - Es una práctica, casi generalizada + - 75%.
- 4 - Es una práctica habitual, sin excepciones.

Tabla 43.

Diagnostico SMED empresa M&M

SMED M&M

Proceso: Fabricación rodillo pelador de mollejas.

Empresa: Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.

Propósito: Evaluación de SMED
Fecha: 15/10/2020

Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	2
Observaciones: La planificación de los cambios es frecuente, sin embargo, la aplicación de ellos no es adecuada.		
2	¿Están emplazados los equipos del cambio en el lugar apropiado y los operarios están formados en métodos de cambio rápido? ¿Los operarios actúan continuamente en la mejora de los métodos de cambio?	0
Observaciones: Los operarios no cuentan con la formación adecuada frente a métodos de cambio rápido, los operarios no emplean mejora continua del método de cambio.		
3	¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entra la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	0
Observaciones: Esto no se cumple debido a que el sistema actual no lo permite.		
4	¿Se extrapolan, a otros procesos y áreas de la empresa, las ideas de mejora en los cambios implementadas con éxito?	1
Observaciones: Las ideas de mejora en los tiempos de cambio se realizan en el área administrativa, sin embargo, la aplicación de ellos depende del área de producción que generalmente no los conoce y por consiguiente no los aplica.		
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	0
Observaciones: Actualmente la empresa no ha realizado la integración de instrumentos o equipos que permitan reducir los tiempos de cambio y/o de trabajo necesario.		
6	¿El tiempo de cambio real vs previsto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	0

	Observaciones: Los puestos de trabajo no cuentan con la información de los tiempos de cambio real vs el tiempo de cambio previsto.	
7	¿Se utilizan listas de comprobación conteniendo: materiales, utillajes, medios de control, componentes, ¿etc....necesarios para la siguiente producción, como soporte para la reducción de los tiempos de cambio?	0
	Observaciones: La empresa no emplea listas de comprobación de contenido.	
8	¿Están identificados, conservados y almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los ítems necesarios para los cambios?	1
	Observaciones: Los ítems necesarios para realizar los cambios, están identificados, sin embargo, no se encuentran almacenados de forma ordenada.	
	Puntuación total	4
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	13%

Nota. Diagnóstico SMED empresa M&M ponderación, Fuente M&M. Elaboración propia.

Del diagnóstico realizado en la **Tabla 43**, se puede determinar que la empresa cuenta con una implementación de 13% de la herramienta de Lean Manufacturing SMED, por lo que se dispone a realizar un diagnóstico profundo de la empresa mediante este método.

En la **Tabla 44** se muestran las operaciones y el tiempo que conllevan para el proceso de torneado, además se observa el tiempo total que se emplea en este proceso.

Tabla 44.

Tiempos de proceso de torneado.

Operaciones	Tiempo
Preparación de la maquina	40 min
Limpieza y orden del puesto de trabajo	30 min
Verificación de materia prima	10 min
Regulación del equipo	60 min
Instalación de pieza en el equipo	7 min
Realización	60 min

Aprobación y liberación de producto	15 min
Total	222 min

Nota. M&M. Elaboración propia.

La **Tabla 45** tiene la clasificación de las operaciones del proceso de torneado en dos categorías, las cuales son actividades internas y externas, estas categorías fueron explicadas previamente.

Tabla 45.

Tiempos de operaciones proceso de torneado.

Operaciones	Tipo de operación
Preparación de la maquina	Actividad interna
Limpieza y orden del puesto de trabajo	Actividad interna
Verificación de materia prima	Actividad externa
Regulación del equipo	Actividad interna
Instalación de pieza en el equipo	Actividad interna
Realización	Actividad externa
Aprobación y liberación de producto	Actividad interna

Nota. M&M. Elaboración propia.

En la **Tabla 46** del proceso de torneado se analizan las actividades internas y se afirma o se rechaza el hecho de que puedan ser modificadas o simplificadas, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 46.

Actividades internas de proceso de torneado.

Actividades internas	¿Se pueden modificar o simplificar?
Preparación de la maquina	Si
Limpieza y orden del puesto de trabajo	Si
Regulación del equipo	Si
Instalación de pieza en el equipo	No
Aprobación y liberación de producto	No

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 47** se presentan para el proceso de fresado, los tiempos identificados para cada una de las operaciones relacionadas a esta etapa.

Tabla 47.

Tiempos de proceso de fresado.

Operaciones	Tiempo
Preparación de la maquina	30 min
Limpieza y orden del puesto de trabajo	10 min
Regulación del equipo	40 min
Instalación de pieza en el equipo	23 min
Realización	1890 min
Aprobación y liberación de producto	10 min
Total	2003 min

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 48** se establece la clasificación de las operaciones realizadas en la etapa de fresado, dependiendo de si se hacen con la maquina en proceso (actividades externas) o si se hacen con la maquina quieta (actividades internas)

Tabla 48.

Tipo de operaciones proceso de fresado.

Operaciones	Tipo de operación
Preparación de la maquina	Actividad interna
Limpieza y orden del puesto de trabajo	Actividad interna
Regulación del equipo	Actividad interna
Instalación de pieza en el equipo	Actividad interna
Realización	Actividad externa
Aprobación y liberación de producto	Actividad interna

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 49** de este método se muestran las actividades internas del proceso de fresado y se presenta la afirmación o la negación de si se pueden o no, modificar o simplificar estas actividades.

Tabla 49.

Actividades internas proceso de fresado.

Actividades internas	¿Se pueden modificar o simplificar?
Preparación de la maquina	Si
Limpieza y orden del puesto de trabajo	No
Regulación del equipo	Si
Instalación de pieza en el equipo	No
Realización	Si
Aprobación y liberación de producto	Si

Nota. Elaboración propia.

6.5.5. Kanban.

Se identificó que en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña no hay un sistema de verificación o planeación de tareas, esto conlleva a que el operario constantemente tenga que desplazarse desde su puesto de trabajo hasta algún puesto administrativo en donde se pueda informar de las ordenes de producción recientes; también conlleva a una falla de comunicación entre operarios y etapas productivas del producto, para ello más adelante se realizará la propuesta de un sistema de tarjetas Kanban basados en las actividades de cada una de las etapas del proceso.

Criterios de puntuación:

- 0 - No es una práctica de la empresa.
- 1 - Es una práctica, únicamente arraigada en algunas áreas + - 25%.
- 2 - Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + - 50%.
- 3 - Es una práctica, casi generalizada + - 75%.
- 4 - Es una práctica habitual, sin excepciones.

Tabla 50.

Diagnostico Kanban empresa M&M

Kanban M&M

Proceso: Fabricación rodillo pelador de mollejas.

Empresa: Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.

Propósito: Evaluación de Kanban

Fecha: 15/10/2020

Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Dentro de la empresa hay tareas predefinidas para cada uno de los operarios?	2
	Observaciones: La empresa tiene una distribución de tareas para cada uno de los operarios que generalmente depende del producto a elaborar.	
2	¿La empresa cuenta con información detallada de las tareas que debe realizar cada uno de los operarios?	2
	Observaciones: La empresa no cuenta con toda la información detallada de las tareas que debe realizar cada operario, sin embargo, se distribuyen estas en base a la realización de los productos y la priorización que se le otorga a cada uno.	
3	¿La empresa cuenta con elementos visuales que le permitan al operario tener conocimiento de las tareas que debe realizar?	0
	Observaciones: Actualmente la empresa no cuenta con elementos visuales que le brinden al operario la información de las tareas que debe realizar.	
4	¿Cada día se realiza una reunión antes de que se empiecen a desempeñar los trabajadores con el fin de distribuir tareas a cada uno de ellos?	1
	Observaciones: En la empresa no frecuenta a definir en reuniones el procedimiento a seguir para realizar la producción; cuando se realizan estas reuniones se establecen los productos que son prioridad y que por ende se deben realizar primero, sin embargo, no siempre se sigue este plan de trabajo.	

5	¿Al operario se le informa de las actividades que debe realizar y por ello no debe desplazarse de su puesto de trabajo con el fin de conocer que tarea desempeñar próximamente?	1
Observaciones: Continuamente el operario debe desplazarse a la oficina del administrador para conocer que órdenes de compra han llegado y que producto debe elaborar.		
6	¿Actualmente la empresa cuenta con elementos de control de actividades que se deben realizar, las que están en proceso y las que ya se finalizaron?	1
Observaciones: En la actualidad la empresa no cuenta con elementos de control de las actividades, sin embargo, se tiene un registro en Excel de las órdenes de compra pendientes y las ordenes ya realizadas.		
7	¿Las tareas que se deben realizar cuentan con fechas o plazos de entrega definidos y coherentes?	1
Observaciones: Las actividades si cuentan con fechas o plazos de entrega, aun así, estos no se cumplen frecuentemente.		
8	¿Existe una clasificación para cada uno de los tipos de tareas que deben realizar los operarios?	1
Observaciones: No existe una clasificación adecuada para cada tipo de tareas, pero actualmente se clasifican por el producto a realizar.		
Puntuación total		9
Máxima puntuación		32
Valoración del parámetro Lean		28%

Nota. Diagnóstico Kanban empresa M&M ponderación. M&M. Elaboración propia.

En la **Tabla 50**. Se presenta el diagnóstico del método de lean Manufacturing Kanban.

6.5.6. Kaizen.

La empresa no cuenta con sistemas específicos de análisis de mejora continua, por lo que se realizó un diagnóstico de la metodología Kaizen en la empresa y de su actual estado en la misma, para una posterior aplicación de esta herramienta de Lean Manufacturing en caso de tener un bajo índice de aplicación, el diagnóstico se presenta en la siguiente tabla.

Criterios de puntuación:

0 - No es una práctica de la empresa.

1 - Es una práctica, únicamente arraigada en algunas áreas + - 25%.

2 - Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + - 50%.

3 - Es una práctica, casi generalizada + - 75%.

4 - Es una práctica habitual, sin excepciones.

Tabla 51.

Diagnostico Kaizen empresa M&M

Kaizen M&M		
Proceso: Fabricación rodillo pelador de mollejas.		
Empresa: Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.		
Propósito: Evaluación del Kaizen.		Fecha: 15/10/2020
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Existe una estrategia clara respecto a la Mejora Continua en la empresa (Champions, Team leaders, identificación-priorización de proyectos, infraestructura, recursos, etc....) capaz de obtener resultados de manera sostenible y continuada?	2
Observaciones: Existe una estrategia de mejora continua basada en los análisis y enfoques otorgados a la empresa por parte del administrador.		
2	¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización? ¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?	0
Observaciones: No hay procesos de capacitación de sugerencias, ni de oportunidades de mejora en ningún nivel de la organización.		
3	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1
Observaciones: En la empresa se tiene noción de la mejora continua, de su desarrollo o de su implementación, sin embargo, no se aplica en		

	la mayoría de áreas, principalmente está enfocada en el área administrativa de la empresa.	
4	¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	1
	Observaciones: Se conocen las fuentes de desperdicios básicos, sin embargo, no hay un sistema para identificación, eliminación y/o minimización de estos desperdicios dentro de la empresa.	
5	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	1
	Observaciones: No se estructuran eventos Gemba-Kaizen en la empresa en las prácticas ordinarias de la empresa, sin embargo, el área administrativa si tiene en cuenta estos aspectos.	
6	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	2
	Observaciones: Las mejoras aplicadas no requieren inversión significativa, sin embargo, hay mejoras que si requieren de una mayor inversión.	
7	¿Los análisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	0
	Observaciones: No se emplean análisis VSM en la empresa.	
	Puntuación total	7
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	25%

Nota. Diagnóstico Kaizen empresa M&M ponderación. M&M. Elaboración propia.

Para evaluar el proceso mediante la metodología Kaizen es necesario entender que al ser una empresa de tamaño significativo el concepto de mejora continua mediante la inclusión de grupos de trabajo y líderes enfocados al acondicionamiento, asesoramiento, acompañamiento

y la búsqueda de soluciones prontas y efectivas es algo un poco contraproducente, ya que cada uno de los operarios está enfocado en su propia labor, sin embargo, mediante la aplicación del sub método de Kobetsu Kaizen, se realizó el diagnóstico y análisis de los problemas de la empresa clasificándolos en tres tipos de problemas, siendo el primero Kobetsu Kaizen Flash.

Kobetsu Kaizen Flash clasifica a todos los problemas que pueden ser solucionados en un tiempo menor a tres horas, siendo problemas sencillos, que no representan mudas significativas, se presentan en la **Tabla 52**. los identificados en la empresa M&M.

Tabla 52.

Kobetsu Kaizen Flash.

Kobetsu Kaizen Flash
Problemas
Extravió de materia prima.
Extravió de herramientas y elementos de protección personal.
Puestos de trabajo sucios.
Falta de insumos.
Daños en materia prima parciales.
Recalentamiento de las piezas.
Desgaste de la herramienta.
El compresor se queda sin aire.

Nota. Elaboración propia.

Consiguiente a esto, se encuentran los eventos Kaizen, que son problemas un poco más complejos y que requieren un mayor análisis y acompañamiento, sin embargo, estos problemas pueden ser resueltos en menos de ocho horas, lo que los convierte en problemas con mudas significativas, los problemas detectados para el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas aparecen en la **Tabla 53**:

Tabla 53.

Evento Kaizen.

Evento Kaizen
Problemas
Falta de suministros
Daños en materia prima dejándola inservible

Ordenes de trabajo inesperadas e inmediatas

Recalentamiento de las piezas

Desgaste de la herramienta

Tiempo prolongado de elaboración de una pieza

Bajo flujo de caja (falta de dinero)

Bajo flujo de caja (No está el administrador)

Nota. Elaboración propia.

Por último los problemas más significativos y que representan mudas mucho más grandes y difíciles de solucionar, son los que se clasifican como Kobetsu Kaizen, estos problemas se deben resolver en menos de dieciséis horas, además para resolver estos problemas es necesario en algunos casos hacer un diagnóstico e implementar diferentes metodologías para obtener soluciones acertadas; en la **Tabla 54** se pueden observar los Kobetsu Kaizen del proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas.

Tabla 54.

Kobetsu Kaizen.

Kobetsu Kaizen
Problemas
El proveedor no cuenta con los suministros
Ausentismo
Fallos en la maquina
Se va la luz por periodos prolongados de tiempo
Contaminación auditiva
Mala utilización de los espacios

Nota. Elaboración propia.

6.6. Diagnostico nivel de automatización

La empresa M&M cuenta con máquinas y equipo de trabajo para realizar los diferentes procesos de fabricación, en la **Tabla 55** se logra diagnosticar el nivel de automatización del

proceso de fabricación del rodillo pelador de molleja donde se evaluaron los siguientes criterios del nivel de automatización:

- Funcionamiento manual = 1 Puntos
- Semiautomática = 2 Puntos
- Automática= 3 Puntos
- Computarizada= 4 Puntos

Tabla 55.

Diagnóstico automatización empresa M&M I.

Diagnóstico Automatización M&M I

Proceso: Fabricación rodillo pelador de mollejas.

Empresa: Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.

Propósito: Evaluación general de automatización.

Fecha: 06/10/2020

m	CRITERIO	Puntos
1	¿El proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas en la fresadora es un proceso que se encuentra?	2
2	¿El proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas en el torno es un proceso que se encuentra?	2
3	¿El afilado del buril es un proceso que se encuentra?	1
4	¿El transporte de materias primas para el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas se encuentra?	1
5	¿El almacenamiento del rodillo pelador de mollejas se encuentra?	1
Puntuación total		7
Máxima puntuación		20
Valoración del parámetro Lean		35%

Nota. Elaboración propia.

El proceso de fabricación del rodillo cuenta con un nivel de automatización semiautomática donde todavía se requiere el uso de personal para el funcionamiento de las maquinas (fresadora y torno) y como tal el sub proceso de afilar el buril es totalmente manual como el desplazamiento de materia prima y almacenamiento, lo que concluye que la empresa M&M no cuenta con una automatización y puede tener en cuenta la implementación de ella.

Para conocer mejor el proceso se realizaron preguntas a un operario de la empresa M&M con el fin de determinar si es necesario una automatización en el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas, Las preguntas se realizaron cerradas de respuesta SI o NO con una ponderación de Si = 1 punto y No = 4Puntos, observada en la **Tabla 56**.

Tabla 56.

Diagnostico empresa M&M II.

Diagnóstico Automatización M&M II		
Proceso: Fabricación rodillo pelador de mollejas.		
Empresa: Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.		
Propósito: Evaluación general de automatización.		Fecha: 06/10/2020
Ítem	CRITERIO	Puntos
1	¿En el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas contiene movimientos repetitivos por parte del operario?	1
2	¿En el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas necesita constante observación del operario?	1
3	¿En el proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas el operario se enfrenta con altos niveles de riesgo al utilizar la maquina?	1
4	¿El proceso del rodillo peleador de molleja es un proceso que debe llevar a cabo obligatoriamente la calidad el operario?	1
5	¿La productividad de la maquina depende la máquina del operario?	1

6	¿El proceso actual de fabricación del rodillo pelador de mollejas puede causar en un futuro enfermedades crónicas?	1
Puntuación total		6
Máxima puntuación		24
Valoración del parámetro Lean		25%

Nota. Elaboración propia.

Lo observado en la **Tabla 56** se puede observar que el proceso depende directamente de la productividad del operario que se encuentra afectada por distintas situaciones explicadas en capítulos anteriores, por esta razón el diagnóstico determina que al ser un proceso con una cantidad de repeticiones puede generar un alto riesgo al operario de tener grandes índices de accidentalidad, por esta razón se propone una automatización del proceso para tener un mejor cuidado del personal de la empresa M&M, generando posibles aumentos de fabricación del rodillo pelador de mollejas de una forma más rápida, segura y con unos estándares de la calidad mucho mayores por la precisión de la máquina automatizada.

6.7. Otros diagnósticos

Mediante el desarrollo de las herramientas lean Manufacturing presentadas anteriormente, se identificaron distintos factores que fueron catalogados como oportunidades de mejora es por esto que se decide realizar un diagnóstico inicial con la finalidad de establecer una aproximación del panorama general. (**ver Anexo II**).

7. Propuestas

En el capítulo siete se presentan las propuestas que se consideran importantes para obtener no solo un cambio significativo en la productividad del proceso de producción del rodillo pelador de mollejas, sino también en la empresa Mantenimiento & Mecanizado Javier Peña.

7.1 Propuestas herramientas Lean Manufacturing

7.1.1. Propuesta Gemba Walk.

Se propone realizar el Gemba Walk periódicamente, cambiando el enfoque de las preguntas, dependiendo del factor que se considere que este en riesgo en la empresa, se propone que la periodicidad del Gemba Walk sea de dos veces por semana, teniendo en cuenta que actualmente se hace un sondeo de verificación de problemas cada siete días; al hacerse dos veces por semana se pueden detectar los problemas un 50% más rápido y se podrían solucionar de igual forma, además al ser entre periodos de tiempo cortos el operario puede considerar problemas nuevos o vistos desde otra perspectiva; además le brinda a la empresa la oportunidad de generar diagnósticos detallados y sus respectivos cambios, para ser evaluados posteriormente; se recomienda además hacer una adecuada documentación del Gemba Walk, tanto de preguntas, como de respuestas para permitir un análisis retrospectivo posteriormente.

El costo de esta propuesta se presentará en la **Tabla 57.** teniendo como referente que la realización de las preguntas se hace para tres momentos de la producción, los cuales son, torneado, fresado y afilado de buril, además en la tabla se contempla el valor a pagar a quien realiza las preguntas (VPQP), dependiendo del tiempo empleado por momento, se tiene en contemplación pagar \$7.812,00 la hora a esta persona.

Tabla 57.

Costo de implementación Gemba Walk

Costo Gemba Walk		
Momento	Horas invertidas en	VPQP
	hacer las preguntas	
Torneado	0,5	\$ 3.906,00
Fresado	1	\$ 7.812,00
Afilado	0,0833	\$ 650,74
de buril		
Total	1,5833	\$ 12.368,74

Nota. Costo de implementación de Gemba Walk en la empresa M&M, Elaboración propia.

En la **Tabla 57.** previamente presentada se puede observar los costos de la implementación de Gemba Walk, teniendo en cuenta que la persona encargada de realizar las preguntas que se

realizaron en el diagnóstico del mismo título, capítulo 6, se demore media hora en el proceso de torneado para realizar las preguntas, una hora en el proceso de fresado y cinco minutos en el proceso de afilado de buril.

7.1.2. Propuesta e implementación 5'S.

La empresa M&M puede mejorar su productividad por medio de la implementación de las 5'S realizando actividades de mejora en su orden, limpieza, clasificación, estandarización y disciplina. A continuación, se propone un ajuste para cada una de las 5'S.

Seiri:

La propuesta Seiri se basa en la realización de actividades para la eliminación de recursos mal utilizados, para ello se propone seguir el siguiente orden de actividades.

1. Se debe realizar un inventario de todos los ítems y espacios de la compañía como lo son herramientas, maquinas, lugares de trabajo, zonas comunes, equipos, estanterías, muebles, residuos, entre otros. Con este punto se puede identificar los recursos disponibles que hay en la empresa y se puede establecer fácilmente que ítems faltan, cuales no se están teniendo en cuenta o se están utilizando de manera inadecuada, situación que se genera por mal almacenamiento, desorden y por la no eliminación de los elementos que ya no son utilizados o no pertenecen al proceso.
2. La siguiente actividad es realizar una clasificación de cada uno de los ítem o zonas de la empresa, teniendo en cuenta el espacio disponible, buscando establecer ¿cuál es el grado de importancia de cada elemento o recurso analizado? Se recomienda tener una valoración igual o similar a la siguiente:
 - Recurso indispensable.
 - Recurso mal utilizado.
 - Recurso sustituible.
 - Recurso obsoleto.
 - Recurso innecesario.
3. Al tener una clasificación adecuada de cada recurso es necesario que la empresa **ELIMINE** los recursos obsoletos e innecesarios, para poder generar nuevas oportunidades a los recursos necesarios para la empresa.
4. Para los recursos indispensables, mal utilizados y sustituibles la compañía debe realizar una segunda evaluación para determinar su estado físico y lugar de ubicación, con el fin de sustituir si es necesario o realizar una nueva distribución con los espacios generados por los elementos que se eliminaron en la actividad anterior.

El fin de la realización de las anteriores actividades es reconocer los recursos con los que cuenta la empresa, eliminando recursos obsoletos e innecesarios, para generar oportunidades de una mejor distribución de zonas o almacenamiento. La clasificación para la empresa mantenimiento y mecanizados se encuentra en la siguiente figura:


		EMPRESA MANTENIMIENTO & MECANIZADOS JAVIER PEÑA		Código:	
				Frecuencia:	
Clasificación de recursos empresa M&M					
Responsable:	Proceso:			Fecha:	21/10/2020
Valoración de recursos	Recurso indispensable.	5 Puntos.	Observaciones Generales:	la empresa cuenta con demasiados recurso o elementos totalmente innecesarios	
	Recurso mal utilizado.	4 Puntos.			
	Recurso sustituible.	3 Puntos.			
	Recurso obsoleto.	2 Puntos.			
	Recurso innecesario.	1 Puntos.			
Recursos		Valoración	Observaciones específicas		
mueble oficina		5			
tornos y fresadoras		5			
motortool		5			
equipo de soldadura eléctrico		5			
afilador de herramienta		5			
discos de cortes		5			
computador e impresora		5			
equipo de sonido		4			
sillas		5			
estanterías		5			
retales de material poliacetal		2	ya no se manejan en la empresa		
platón para cocina integral		1			
horno de cocina industrial		1			
motores dañados (5)		1			
residuos de torneado y fresado		1			
cafetera		2	dañada		
impresora		2	dañada		
perfumes, cepillos, y demás productos de uso personal		1	elementos no adecuados		
productos defectuosos		2	no tienen valor no se pueden reprocesar		
careta de soldaduras automáticas		5			
careta de soldar de mano		2	no se usan		
mesas de trabajo		5			
equipo de soldadura en argón		4	no se usa no se cuenta con la seguridad		
silla de escritorio dañada		1			
árbol de navidad		1			
cables varios		2	no presentan ningún uso		
productos discontinuados		2	no representan valor en el mercado		
compresor		1	dañado		
compresor		5			
tostadora		1			
herramientas		5			
maquina de escribir		2	se sustituyo por impresora		
herramientas dañadas		1	no tienen reparación		
Recomendación (Eliminar Recursos): se recomienda una eliminación completa de todos los recurso calificados como innecesarios, obsoletos, sustituibles y la revisión de los recursos mal utilizados					

Figura 27. Formato clasificación de recursos de la empresa M&M. Elaboración propia.

En la **Figura 27** se observa la clasificación de los recursos de la empresa M&M, existen muchos recursos innecesarios u obsoletos se recomienda la eliminación de los mismos, como se observa en las siguientes imágenes:



Figura 28. Recursos obsoletos e implementación de limpieza en la bodega de la empresa M&M. Elaboración propia.

El área de almacenamiento contaba con recursos o implementos obsoletos e innecesarios como lo eran productos defectuosos irreparables, materiales sobrantes de producción, cafetera descompuestas, máquina de escribir obsoleta ya que esta fue sustituida por la impresora sin embargo también se encontraba una impresora dañada, entre otras cosas, todo esto se procedido a eliminar, se puede observar el resultado en la parte derecha de la **Figura 28**.



Figura 29. Recursos innecesarios e implementación de limpieza en la bodega de la empresa M&M. Elaboración propia.

En el área de producción se observaron de nuevo recursos innecesarios para la empresa M&M, en esta zona se encontraron objetos como lo fueron un platón para cocina industrial el cual claramente no presentaba ningún uso, galones vacíos, material sobrante de producción, se retiró todos estos recursos innecesarios en la parte derecha de la **Figura 29** se puede observar el resultado el cual se despejó en su totalidad.



Figura 30. Recursos obsoletos, innecesarios e implementación de limpieza en la estantería de la bodega de la empresa M&M. Elaboración propia.

En el área del almacén se observan cajas, cubetas, y demás elementos clasificados como innecesarios, al igual que en las anteriores se procedió a limpiar y eliminar. **Figura 40.**



Figura 31. Clasificación de objetos zona de producción empresa M&M. Elaboración propia.

En la **Figura 31** se presentan una de las zonas más aglomeradas de objetos y recursos en la empresa, de las cuales en su mayoría no eran de necesidad en la empresa o se encontraban dañados, se puede observar un horno industrial, escaleras, herramienta dañada, y motores

dañados, en el lado derecho se encuentra el resultado cabe resaltar que el cilindro que aún se observa tiene contenido argón el cual por seguridad decidimos no retirarlo, ni moverlo y se hizo la recomendación de que este fuera retirado.

Seiton:

La propuesta Seiton se basa en plantear un orden en la empresa para evitar o disminuir tiempos en la búsqueda de ítem en los diferentes procesos, por esta razón se sugiere las siguientes acciones:

1. Realizar una evaluación de los diferentes almacenamientos con los que cuenta la empresa, para determinar si cuenta con los lugares adecuados y suficientes para tener cada elemento en su lugar.
2. Al tener la actividad anterior culminada es adecuado analizar ¿por qué el objeto es difícil de encontrar? y ¿por qué el desplazamiento? para determinar el posible cambio de almacenamiento del elemento.
3. La acción anterior determino el lugar específico de cada elemento ya sea por el lugar que tenía o la nueva ubicación generada, teniendo este parámetro se debe reagrupar por la naturaleza de los objetos, ordenándolos en su lugar con la adecuada marcación del objeto y sitio de almacenamiento en un emplazamiento específico.
4. Comunicar a todos los operarios los cambios realizados, el nuevo orden que se estableció y se debe conservar. En una etapa inicial se pueden generar incentivos para mantener el orden, pero si este no se llegara a establecer se cambiaría a una etapa donde se realizarían sanciones a los responsables.

Tener un orden específico en la empresa es un cambio difícil de adaptar en los operarios, pero es satisfactorio para la disminución de tiempos en búsqueda y traslado. Se debe adquirir elemento de almacenamiento de ser necesario para mantener el orden y cada elemento en su lugar.



Figura 32. Aplicación de orden en la oficina en de la empresa M&M. Elaboración propia.

La oficina de la empresa M&M se le realizo el orden de todos sus elementos de documentación asignándoles un lugar determinado para tener un espacio abierto, limpio y cómodo para llevar las tareas administrativas observado en la **Figura 32** .



Figura 33. Orden estanterías de la empresa M&M. Elaboración propia.

En la bodega se evidencio un desorden de evidenciado **Figura 33** donde el inventario y materia prima no tenía un lugar establecido y se encontraba en su mayoría guardados en bolsas

pequeñas marcadas. En la bodega se evidencio un desorden de evidenciado **Figura 33** donde el inventario y materia prima no tenía un lugar establecido y se encontraba en su mayoría guardado en bolsas pequeñas marcadas.



Figura 34. Aplicación de orden de estanterías en la empresa M&M. Elaboración propia.

La aplicación de orden en la bodega se realizó la compra de recipientes para el almacenamiento de algunos productos terminados observados en la **Figura 34**, lo que genero un mejor orden debido que cada elemento esta guardado y ubicado con la familia de productos de terminados. La aplicación de orden en la bodega se realizó la compra de recipientes para el almacenamiento de algunos productos terminados observados en la **Figura 34**, lo que genero un mejor orden debido que cada elemento está guardado y ubicado con la familia de productos de terminados.



Figura 35. Evidencia de aplicación de orden de la bodega en la empresa M&M. Elaboración propia.

Se realizó el orden específico de cada familia nombrado anteriormente, con el fin de saber por la marcación donde este cada elemento según su familia eliminando bolsas y estableciendo mejor un inventario observado en la **Figura 35**.



Figura 36. Aplicación de orden de orings. Elaboración propia.

En el orden de los orings se adquirió el recipiente mostrado en la **Figura 36**, donde se realizó la clasificación por tamaño, lo que genera una mejor búsqueda de este elemento con el fin de reducir búsqueda con esta nueva propuesta de almacenamiento.



Figura 37. Aplicación de orden de elementos de seguridad y tornillería. Elaboración propia.

Los elementos de seguridad se ubicaron de una mejor forma evidenciados en la **Figura 37** donde en la parte inferior también se logró almacenar toda la familia de tornillería, entre otros elementos.



Figura 38. Orden almacenamiento de herramientas de la empresa M&M. Elaboración propia.
El almacenamiento de herramienta contaba con un desorden de utillaje observado en la



Figura 38 lo que genera pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas.



Figura 39. Aplicación de orden y limpieza en el almacenamiento de herramientas en la empresa M&M. Elaboración propia.

La aplicación de orden en el almacenamiento de herramientas se mejoró evidenciado en la **Figura 39**, donde se implementó recipientes que generaron una mejor visualización de los elementos guardados.

Seiso:

La propuesta Seiso se basa en mejorar la limpieza de la empresa M&M, aunque la evaluación de Seiso obtuvo una buena calificación observada en la parte de diagnóstico 5'S es necesario no descuidarla e intentar mejorarla a través de las siguientes actividades:

1. Realizar una división por áreas o zonas de la empresa evaluando cada cuanto es correspondiente hacer la limpieza y el cómo se debe realizar.
2. Evaluar los elementos de limpieza para determinar si la empresa cuenta con los necesarios o es correspondiente adquirir unos nuevos para realizar la limpieza general de las zonas, maquinas, utillaje entre otras.
3. Buscar porque el plan actual de la empresa no está funcionando de la forma propuesta, realizando estrategias para su mejoramiento.
4. Realizar un cronograma de limpieza determinando prioridades, modo de realizarla, responsables, control y registró de las acciones realizadas (hora y día).

Los resultados de una buena limpieza en la empresa conllevan a la reducción de accidentes, permitiendo encontrar anomalía, desgaste en las diferentes maquinas o espacios mal utilizados por acumulación.



Figura 40. Aplicación de limpieza I fresadora. Elaboración propia.

La limpieza de la fresadora en la primera fase se le quito los desechos de pequeñas partes de acero dependientes del proceso de fabricación del rodillo pelador de mollejas observado en la **Figura 40**.

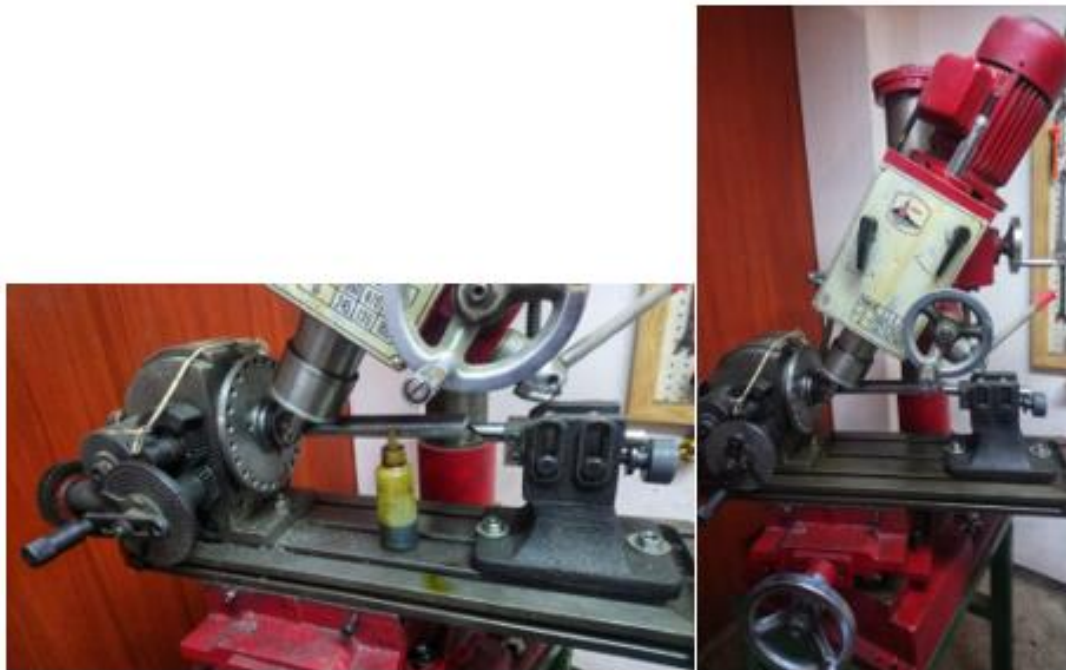


Figura 41. Aplicación de limpieza II fresadora 2. Elaboración propia.

Se logra evidenciar la limpieza total de la fresadora en la imagen de la derecha en la **Figura 41** donde se quitó residuos de polvo y esquirlas de procesos anteriores del rodillo.



Figura 42. Aplicación de limpieza torno. Elaboración propia.

Se realizó la aplicación de limpieza del torno evidenciado en la **Figura 42** donde se realizó la eliminación de residuos ajenos a la máquina.



Figura 43. Aplicación de limpieza fresadora 1. Elaboración propia.

La fresadora 1 contaba con bastante suciedad, pero se le realizó una limpieza rigurosa evidenciada en la **Figura 43**.



Figura 44. Aplicación de limpieza en la mesa de trabajo. Elaboración propia.

La mesa de trabajo es una de las zonas más importantes de producción por esta razón es necesario tenerla limpia y ordenada estado con el cual no se encontró observada en la **Figura 44**.

Seiketsu:

La propuesta Seiketsu propone la estandarización de la metodología adoptada en las anteriores S (Seiri Seiso y Seiton) se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Definir la normativa para realizar la metodología Seiri, Seiton y Seiso.
2. Establecer estrategias para fortalecer el trabajo en grupo para cumplir los objetivos de las 5'S.
3. Realizar registro y control de las actividades propuestas en las metodologías Seiri, Seiton y Seiso.


			EMPRESA MANTENIMIENTO & MECANIZADOS JAVIER PEÑA					Código:	
			Limpieza empresa M&M					Frecuencia:	
Equipo/Zona	Elementos de limpieza	Aplicación	Forma de aplicación	Tiempo de duración	Fecha	Hora de inicio	Hora Finalizada	Responsable	Observaciones
Recomendaciones:									

Figura 45.Formato cronograma de limpieza empresa M&M. Elaboración propia.

La estandarización de los procesos es necesario para llevar un control de documentación de actividades realizadas para llevar un análisis de la metodología de las 5'S con el fin de evidenciar anomalías para solucionarlas en el menor tiempo, para no afectar los diferentes procesos de la empre M&M. primeramente se dio a disposición la copia del formato de clasificación de recursos (**Figura 27**) por otra parte se presenta en la **Figura 45** el formato para el control de la limpieza en la empresa M&M, con esto se buscó cumplir los tiempos y frecuencia de limpieza la cual se estandarizo en la siguiente figura:

Estandarización limpieza diaria Empresa M&M				
				
Área/activo	actividades	Elementos Requeridos	Productos Limpieza	tiempo
oficina	limpiar mueble	limpión	agua, limpiavidrios	10 min
	limpiar impresora		No requiere	5 min
	sacudir sillas		No requiere	5 min
mesa de trabajo	recolección de residuos	no requiere	No requiere	15 min
	recolección de herramientas	no requiere		15 min
	limpieza de viruta	brocha, compresor		5 min
baño	limpieza lavamanos	esponja, limpión	jabón desengrasante, agua	5 min
	limpieza de jabonera	limpión	agua	5 min
Pisos	Barrer piso	Escoba	Agua, aromatizante	20 min
	trapear piso oficina baño	trapero, cubeta		10 min
Fresadoras	recolección de residuos	compresor, brocha, cepillo	No requiere	10 min
tornos	recolección de residuos	Escoba cerda dura, recojedor	bolsa de recolección	10 min
afilado	desechar agua usada	no requiere	No requiere	2 min
Almacenamiento	retirar polvo	limpión	No requiere	10 min
Estandarización limpieza semanal Empresa M&M				
				
Área/activo	actividades	Elementos Requeridos	Productos Limpieza	tiempo
oficina	encerar mueble	limpión	silicona	30 min
	lavar pisos	escoba de cerda dura, trapero	jabón en polvo, agua	30 min
	limpieza computador	limpión	liquido para computador	20 min
	limpieza cabezal impresora	limpión seco	limpiador de cabezal	20 min
mesa de trabajo	limpieza general	compresor, cepillo	imán	40 min
baño	limpieza paredes, pisos	esponja, escoba cerda dura	agua jabón	1 hora
	Desinfección del área	cepillo, limpión, guantes	agua jabón y desinfectante	30 min
pisos	lavar piso de producción	escoba dura, cubeta	agua, jabón	1,5 horas
Fresadoras	limpieza, lubricación	compresor, brocha, cepillo	lubricante industrial	30 min
tornos	limpieza, lubricación	Escoba cerda dura, recojedor	lubricante industrial	30 min
Almacenamiento	limpiar y organizar	limpión agua	no requiere	1 hora
Estandarización limpieza ocasional Empresa M&M				
				
Área/activo	actividades	Elementos Requeridos	Productos Limpieza	tiempo
oficina	lavar vidrios	limpión	limpiavidrios	30 min
	desechar papelería	no requiere	bolsas	40 min
	mantenimiento de computador	técnico de computación	-	5 horas
	mantenimiento de impresora	destornilladores limpión	lubricante, tintas, limpiador	3 horas
Almacén	organizar elementos	formato de inv. almacén	no requiere	1 hora
	lavar piso	escoba de cerda dura	agua, jabón	1 hora
	desechar elementos	formato de eliminación	canecas específicas	1 hora
baño	lavar santería	limpión, esponja	agua, jabón	2 horas
	lavar y desinfectar	limpión, cepillos, esponjas	agua, jabón desinfectantes	2 horas
tornos y fresadoras	mantenimiento, y revisión	TPM destornilladores prensa etc	no requiere	6 horas
	calibración	calibrador	no requiere	4 horas
zona de producción	lavar paredes	esponja y limpión	agua, jabón	6 horas
	limpiar paneles led	limpión	-	4 horas
herramientas	organizar herramientas	formato de inv. herramientas	no requiere	2 horas
	organizar tablero de herramientas	formato de inv. herramientas	no requiere	1 hora
	inventariar nuevas herramientas	formato de inv. herramientas	no requiere	2 horas
	desechar herramienta dañada	formato de eliminación	bolsas	1 hora

Figura 46. Estandarización limpieza empresa M&M. Elaboración propia.

En la **Figura 46** se realiza la estandarización de la limpieza según la frecuencia de ejecución y sus tiempos de duración según la experiencia en la realización de la misma.

Shitsuke:

La propuesta Shitsuke se precisa para tener disciplina en las diferentes metodologías en el desarrollo de las 5'S para tener una aplicación y control rigurosa para reducir el desorden, desplazamientos innecesarios, suciedad que pueden generar cambios negativos en la productividad. Se propone las siguientes fases:

1. Comunicar al personal de la planta los cambios y las metodologías adoptadas.
2. Establecer periodos de revisión para analizar indicadores de cumplimiento de la metodología 5'S.
3. Proponer cambios justificados para obtener mejora continua de la metodología.
4. Mejorar la comunicación para conocer inconvenientes y solucionar posibles altercados con la implementación y desarrollo de la metodología de las 5'S.

La implementación de las 5'S se espera que la empresa M&M mejore su productividad disminuyendo tiempo de búsqueda de utillaje, suciedad, desorden y mal manejo de los recursos.



Figura 47. Implementación demarcación de máquinas en la empresa M&M. Elaboración propia.

En búsqueda de estandarización de los puestos de trabajo se genera la demarcación de los puestos de trabajo, para que en estas áreas no sean ubicadas herramientas se mantengan limpias, en la **Figura 47** se presenta la propuesta de demarcación para la maquinaria principal y fija de la empresa.



Figura 48. Implementación demarcación de almacenamiento de herramientas en la empresa M&M. Elaboración propia.

En la **Figura 48** se observa la última demarcación realizada para la zona de herramientas, en las cuales se encuentran escariadores, brocas y demás herramientas de los tornos y fresadoras, cada uno de estos fue ubicado en el orden igualmente como se observa en la **Figura 39**. Finalmente se presenta la recolección de todos los recursos, y residuos recolectados para su eliminación:



Figura 49. Desechos de la implementación 5'S de la empresa M&M. Elaboración propia.

Por último, se presentan la mayoría de los recursos eliminados, en la **Figura 49** luego de la implementación de esta herramienta lean manufacturing logrando así liberación de espacios los cuales se esperan una mejor utilización en la propuesta redistribución en planta, e igualmente una producción más efectiva reduciendo tiempo de búsqueda, y un mayor control y limpieza para la empresa M&M.

Para el buen desarrollo de la metodología 5'S se propone realizar una capacitación cada dos meses para fomentar, fortalecer la aplicación de orden, limpieza, eliminación, estandarización y disciplina, el objetivo de las capacitaciones es mantener la metodología aplicada llevando un control y registro para obtener los mejores resultados en la empresa M&M, se propone realizar una evaluación anual general de toda la metodología para seguir con la mejora continua de este, cabe recalcar que la aplicación de las 5'S y las capacitaciones contribuyen al cambio positivo de la empresa debido que no tenía implementación de orden, limpieza lo que generaba pérdida de tiempo en búsqueda de utillaje, entre otros inconvenientes observado en la parte de diagnóstico de las 5'S.

7.1.3. Propuesta TPM.

La empresa M&M no cuenta con un plan de mantenimiento por esta razón se sugiere una propuesta de un plan de mantenimiento de 53 semanas observado y desglosado a continuación.

Descripción de la fresadora: se estableció un formato que describe las principales características de la máquina, los datos relevantes de su ficha técnica observados en la **Figura 50**.

	MANTENIMIENTO & MECANIZADO JAVIER PEÑA / M&M																					
	FRESADORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL RODILLO PELADOR DE MOLLEJAS																					
MAQUINA 	FICHA TECNICA <table border="1"> <tr><td>Modelo:</td><td>QW32</td></tr> <tr><td>Serie:</td><td>95514</td></tr> <tr><td>Recorrido longitudinal:</td><td>914,4 mm</td></tr> <tr><td>Recorrido transversal:</td><td>304, mm</td></tr> <tr><td>Potencia:</td><td>2,2 KW</td></tr> <tr><td>RPM:</td><td>4.200 RPM</td></tr> <tr><td>Peso:</td><td>1950 Lb</td></tr> <tr><td>Largo:</td><td>59</td></tr> <tr><td>Ancho:</td><td>82</td></tr> <tr><td>Altura:</td><td>60</td></tr> </table>	Modelo:	QW32	Serie:	95514	Recorrido longitudinal:	914,4 mm	Recorrido transversal:	304, mm	Potencia:	2,2 KW	RPM:	4.200 RPM	Peso:	1950 Lb	Largo:	59	Ancho:	82	Altura:	60	DESCRIPCION <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Tiene como funcionalidad el corte de ranuras en el rodillo pelador de mollejas, a través de un corte preciso que se realiza en conjunto de un movimiento rotacional y del eje vertical.</p> </div>
Modelo:	QW32																					
Serie:	95514																					
Recorrido longitudinal:	914,4 mm																					
Recorrido transversal:	304, mm																					
Potencia:	2,2 KW																					
RPM:	4.200 RPM																					
Peso:	1950 Lb																					
Largo:	59																					
Ancho:	82																					
Altura:	60																					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;"> FRESADORA MULTI-PROPÓSITO MACHINE RODILLO M&M </div>	FICHAS TECNICAS ADICIONALES <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;"> file:///C:/Users/Nito/Downloads/Series1/SelSheet1330D.pdf </div>																					

Figura 50. Ficha técnica fresadora. Elaboración propia.

Al tener clara la ficha técnica se plantea el formato de desglose de Ítems de la maquina (fresadora) con el cual se podrá conocer cada parte de la máquina y clasificar por si se encuentran componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos, entre otros, observados a continuación.











Imagen	Item o Pieza	Componente	Equipo	Imagen máquina	Unidad de Proceso	
	Mesa de trabajo	Mecánico	FRESADORA MULTI-PURPOSEMACHINE		Proceso de fabricación de rodillo pelador de mollejas	
	Eje X					
	Eje y					
	Eje Z					
	Mandrola					
	Drill					
	Árbol	Eléctrico		Descripción del Equipo		<p>Tiene como funcionalidad el corte de ramuras en el rodillo pelador de mollejas, a través de un corte preciso que se realiza en conjunto de un movimiento rotacional y del eje vertical.</p>
	Cobrizal					
	Motor					

Figura 51. Despiece fresadora. Elaboración propia.

Teniendo clasificada cada parte de la fresadora por ítem y componente se realiza la gama de mantenimiento determinado con especificaciones de cómo hacerlo observado en el diagrama de proceso en la figura posterior, el mantenimiento se debe realizar con la fresadora apagada y con todas las medidas de protección.

Nota: La descripción de los demás Ítems determinados en la gama de mantenimiento de la fresadora Multi-Purpose-MAchine se pueden observar en el **Anexo I. Plan de mantenimiento M&M.**


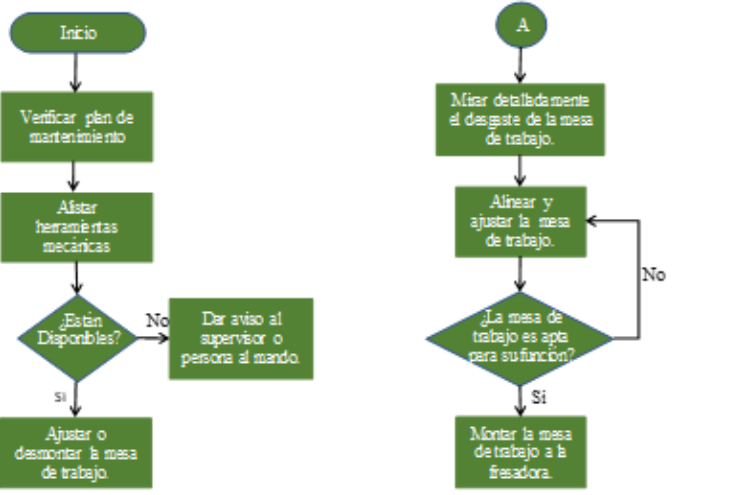

		GAMA DE MANTENIMIENTO FRESADORA MULTI-PURPOSEMACHINE			Código:	MECM-01
		MANTENIMIENTO MECANICO MESA DE TRABAJO			Frecuencia:	Semanal
Pieza:	Mesa de trabajo	Máquina:	Fresadora	Fecha:	5/09/2020	
Cód. Pieza:	MECM-01	Elementos de protección personal (ERP):		Guantes-Gafas-Tapa bocas		
Responsable:	Operario	Herramientas:	Alcates-Destornillador de pala-llaves-Hombre solo			
Descripción de actividades					Imagen ítem	
						
Hora de inicio:					4:40 p. m	
Hora de Finalización:					5:00 p. m	
Estado de la máquina:					Parada	
Observaciones:					El mantenimiento se debe realizar con todas las medidas de protección, la máquina parada	

Figura 52. Gama de Mantenimiento fresadora. Elaboración propia.

Descripción del torno: se estableció un formato que describe las principales características de la máquina, los datos relevantes de su ficha técnica observados en la **Figura 52**

	MANTENIMIENTO & MECANIZADO JAVIER PEÑA / M&M																									
	TORNO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL RODILLO PELADOR DE MOLLEJAS																									
<p>MAQUINA</p>  <p>REED PRENTICE CORP. TORNO 560 R.P.M RODILLO M&M</p>	<p>FICHA TECNICA</p> <table border="1"> <tr><td>Tipo:</td><td>560 R.P.M</td></tr> <tr><td>Serial:</td><td>25447</td></tr> <tr><td>Pulgadas:</td><td>14</td></tr> <tr><td>Tipo:</td><td>Horizontal</td></tr> <tr><td>Velocidad alta y baja:</td><td>18-785 RPM</td></tr> <tr><td>Motor:</td><td>5 HP</td></tr> <tr><td>RPM:</td><td>1,755</td></tr> <tr><td>Voltaje:</td><td>220</td></tr> <tr><td>Peso:</td><td>1,848 Kg</td></tr> <tr><td>Altura:</td><td>1,30 m</td></tr> <tr><td>Ancho:</td><td>1,30 m</td></tr> <tr><td>Largo:</td><td>2,40 m</td></tr> </table> <p>FICHAS TECNICAS ADICIONALES</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=2Zfhqp4qoBw</p>	Tipo:	560 R.P.M	Serial:	25447	Pulgadas:	14	Tipo:	Horizontal	Velocidad alta y baja:	18-785 RPM	Motor:	5 HP	RPM:	1,755	Voltaje:	220	Peso:	1,848 Kg	Altura:	1,30 m	Ancho:	1,30 m	Largo:	2,40 m	<p>DESCRIPCION</p> <p>Tiene como funcionalidad la fabricación del rodillo pelador de mollejas de una forma mecánica por medio del corte de acero inoxidable.</p>
Tipo:	560 R.P.M																									
Serial:	25447																									
Pulgadas:	14																									
Tipo:	Horizontal																									
Velocidad alta y baja:	18-785 RPM																									
Motor:	5 HP																									
RPM:	1,755																									
Voltaje:	220																									
Peso:	1,848 Kg																									
Altura:	1,30 m																									
Ancho:	1,30 m																									
Largo:	2,40 m																									

Figura 53. Ficha técnica torno. Elaboración propia.

Al tener clara la ficha técnica se plantea el formato de desglose de Ítems de la máquina (Torno) con el cual se podrá conocer cada parte de la máquina y clasificar por si se encuentran componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos, entre otros, observados a continuación.




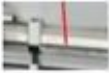








Imagen	Ítem o Pieza	Componente	Equipo	Imagen máquina	Unidad de Proceso
	Manivela de contrapunta	Mecánico	REED PRENTICE CORP. TORNO 560 R.P.M		Proceso de fabricación de rodillo pelador de mollejas
	Contrapunta				
	Bandeada				
	Cano porta herramienta				
	Cano auxiliar				
	Manivela cano principal				
	Manivela de avance transversal				
	Plato				
	Husillo				
	Caja Norton	Eléctrico		Descripción del Equipo	
	Motor				

Figura 54. Despiece torno Reed Prentice. Elaboración propia.

Teniendo clasificada cada parte del torno por ítem y componente se realiza la gama de mantenimiento determinado con especificaciones de cómo hacerlo observado en el diagrama de proceso en la figura posterior, el mantenimiento se debe realizar con el torno apagado y con todas las medidas de protección.

Nota: La descripción de los demás Ítems determinados en la gama de mantenimiento del torno Reed Prentice corp. 560 RPM se pueden observar en el **Anexo I**.


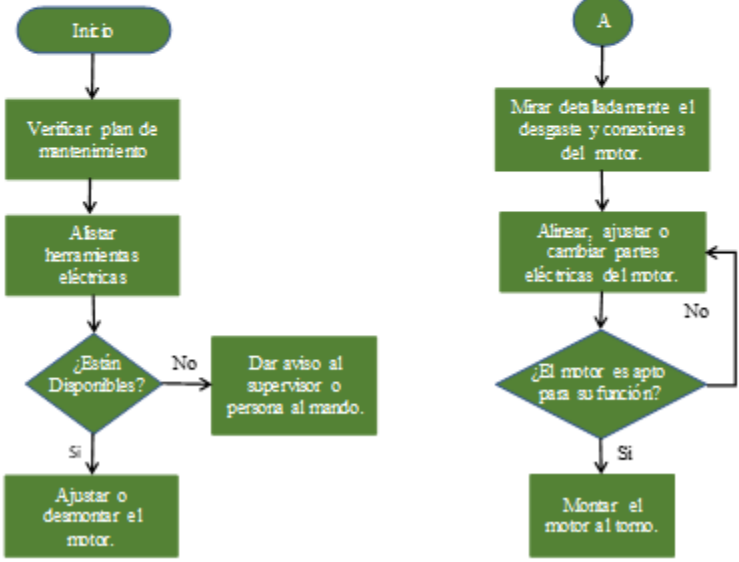

		GAMA DE MANTENIMIENTO REED PRENTICE CORP. TORNO 560 R.P.M			Código:	ELECM-02
					Frecuencia:	Semanal
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR						
Pieza:	Motor	Máquina:	Torno	Fecha:	5/09/2020	
Cód. Pieza:	ELECM-02	Elementos de protección personal (ERP):		Guantes-Gafas-Tapa bocas		
Responsable:	Operario	Herramientas:	Alicates- Destornillador de pala- llaves-Hombre solo			
Descripción de actividades					Image n Item	
						
					Hora de inicio:	
					4:40 p. m.	
					Hora de Finalización:	
					5:00 p. m.	
					Estado de la máquina:	
					Parada	
					Observaciones:	
					El mantenimiento se debe realizar con todas las medidas de protección, la máquina parada.	

Figura 55. Gama mantenimiento torno. Elaboración propia.

Se realizó la asignación de un código y descripción para cada ítem de la fresadora y el torno con el fin de identificar el mantenimiento específico durante las 53 semanas predeterminadas. La descripción de cada mantenimiento corresponde al nombre según sea su componente (mecánico, eléctrico, electrónico y neumático), el código establecido también se puede encontrar en el mantenimiento de gama determinado para cada Ítem observado en el **Anexo I**.

MAQUINA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
TOR-01	LIM	LIMPIEZA
TOR-01	LUB	LUBRICACIÓN
TOR-01	AJU	AJUSTE
TOR-01	MECM-01	MANTENIMIENTO MECÁNICO MANIVELA CONTRA PUNTA
TOR-01	MECC-02	MANTENIMIENTO MECÁNICO CONTRA PUNTA
TOR-01	MECB-03	MANTENIMIENTO MECÁNICO BANDEADA
TOR-01	MECCP-04	MANTENIMIENTO MECÁNICO CARRO PORTA HERRAMIENTA
TOR-01	MECCA-05	MANTENIMIENTO MECÁNICO CARRO AUXILIAR
TOR-01	MECCP-06	MANTENIMIENTO MECÁNICO MANIVELA CARRO PRINCIPAL
TOR-01	MECMA-07	MANTENIMIENTO MECÁNICO MANIVELA DE AVANCE TRANSVERSAL
TOR-01	MECP-08	MANTENIMIENTO MECÁNICO PLATO
TOR-01	MECH-09	MANTENIMIENTO MECÁNICO HUSILLO
TOR-01	ELECCN-01	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO CAJA NORTON
TOR-01	ELECM-02	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR
FRES-01	LIM	LIMPIEZA
FRES-01	LUB	LUBRICACIÓN
FRES-01	AJU	AJUSTE
FRES-01	MECMT-01	MANTENIMIENTO MECÁNICO MESA DE TRABAJO
FRES-01	MECEX-02	MANTENIMIENTO MECÁNICO EJE X
FRES-01	MECEY-03	MANTENIMIENTO MECÁNICO EJE Y
FRES-01	MECEZ-04	MANTENIMIENTO MECÁNICO EJE Z
FRES-01	MECMA-05	MANTENIMIENTO MECÁNICO MANIVELAS
FRES-01	MECBU-06	MANTENIMIENTO MECÁNICO BURL
FRES-01	ELECET-01	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO ÁRBOL
FRES-01	ELECCA-02	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO CABEZAL
FRES-01	ELECMO-03	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MOTOR

Figura 56. Descripción actividades mantenimiento. Elaboración propia.

En la **Figura 57** se puede evidenciar una parte del plan de mantenimiento que se propone a la empresa M&M, cuenta con las primeras seis semanas de 53 programadas para realizar el mantenimiento total de los ítems de las máquinas torno y fresadora.

MÁQUINA	DESCRIPCIÓN	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6
TOR-01	TORNO	LIM	LIM	LIM	LIM	LIM	LIM
TOR-01	TORNO	LUB	LUB	LUB	LUB	LUB	LUB
TOR-01	TORNO	AJU	AJU	AJU	AJU	AJU	AJU
TOR-01	TORNO						MECM-01
TOR-01	TORNO						MECC-02
TOR-01	TORNO				MECB-03		
TOR-01	TORNO					MECCP-04	
TOR-01	TORNO						
TOR-01	TORNO						MECMA-07
TOR-01	TORNO				MECP-08		
TOR-01	TORNO				MECH-09		
TOR-01	TORNO						ELECCN-01
TOR-01	TORNO						
FRES-01	FRESADORA	LIM	LIM	LIM	LIM	LIM	LIM
FRES-01	FRESADORA	LUB	LUB	LUB	LUB	LUB	LUB
FRES-01	FRESADORA	AJU	AJU	AJU	AJU	AJU	AJU
FRES-01	FRESADORA						MECMT-01
FRES-01	FRESADORA						
FRES-01	FRESADORA						
FRES-01	FRESADORA						MECMA-05
FRES-01	FRESADORA			MECBU-06			MECBU-06
FRES-01	FRESADORA						
FRES-01	FRESADORA						
FRES-01	FRESADORA						

Figura 57. Cronograma mantenimiento. Elaboración propia.

El plan de mantenimiento con las 53 semanas se puede observar en el **Anexo I**, donde se puede evidenciar los ítems de cada una de las dos máquinas y los periodos donde se debe se

debe hacer el mantenimiento, La propuesta del plan de mantenimiento anterior tiene como objetivo realizar un mantenimiento preventivo de las maquinas (torno y fresadora), para prevenir las fallas en las máquinas y anomalías en la producción del rodillo pelador de mollejas, se debe cambiar la forma de realizar el mantenimiento incluyendo a los operarios en un mantenimiento autónomo del torno y fresadora con objetivo de tener cero fallas, cero tiempos muertos, maximizar eficiencia de las maquinas.

7.1.4. Propuesta SMED.

Frente a lo analizado en el SMED para los procesos de torneado y de fresado se presentan los análisis de las tablas de actividades internas junto a las alternativas de mejora, modificación o simplificación de las alternativas; se presentan primero los análisis de las actividades del proceso de torneado por actividad, que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 58.

Propuesta SMED proceso de torneado.

Actividad	Análisis/conclusiones/propuestas
Preparación de la maquina	La operación se puede simplificar mediante la estandarización del proceso de preparación, así como con la adecuación del puesto de trabajo para que las herramientas necesarias siempre estén disponibles y al alcance del operario.
Limpieza y orden del puesto de trabajo	Mediante un protocolo de limpieza y un esquema de orden del puesto de trabajo se puede mejorar esta actividad, clasificando además las herramientas que se encuentran en el puesto de trabajo, definiendo cuales son necesarias para la operación y cuales no lo son, esto permite tener un espacio limpio y perfectamente adecuado.
Regulación del equipo	Esta actividad se puede mejorar mediante la estandarización, documentación y especificación de los pasos para la regulación del equipo, para ello se realizará lo antes mencionado con la ayuda del operario que maneja mejor el proceso productivo.
Instalación de pieza en el equipo	En esta actividad no se puede reducir el tiempo, debido a que hay un proceso estandarizado, por lo que se recomienda la documentación del mismo para registro y conocimiento de futuros operarios.

Aprobación y liberación de producto	En esta actividad no es posible reducirse tiempo, a causa de la necesidad de una verificación minuciosa del producto, ya que es necesario tener una pieza cien por ciento perfecta; además no hay una forma de verificación más eficiente a la actualmente empleada, sin embargo, se propone estandarizar el proceso de verificación y documentarlo para usos posteriores.
--	--

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 59** se presentan los análisis, conclusiones y propuestas para las actividades internas de la etapa de fresado por el método SMED.

Tabla 59.

Propuesta SMED proceso de fresado.

Actividades	Análisis/conclusiones/propuestas
Preparación de la maquina	Al igual que en el proceso de torneado, esta permite reducir el tiempo mediante la estandarización del proceso de preparación, la adecuación del puesto de trabajo y la documentación del proceso y la integración de otras herramientas de Lean Manufacturing como las 5'S.
Limpieza y orden del puesto de trabajo	Esta actividad conlleva poco tiempo, y el proceso de limpieza es poco y el orden del puesto esta esencialmente adecuado para la realización del fresado, no permite tener muchos implementos ni residuos, por lo que es una actividad que exige verificación inmediata.
Regulación del equipo	Esta actividad podría ser mejorada mediante el uso de tecnologías que mejoren la calibración y regulación de la maquina como piedra angular la automatización completa del proceso, sin embargo también está la posibilidad de automatizar solo la actividad de regulación del equipo; de no ser empleada la tecnología sería necesario crear documentos que registren los pasos necesarios de esta actividad y realizar la estandarización de la misma, esto debe bastar para reducir los tiempos que emplea esta actividad.
Instalación de pieza en el equipo	Al igual que en el proceso de torneado, esta actividad no permite reducir el tiempo, debido a que hay un proceso

estandarizado, por lo que se recomienda la documentación del mismo para registro y conocimiento de futuros operarios.

Realización

Este proceso también puede ser automatizado, sin embargo, se tienen en consideración los aspectos ya analizados de la empresa, específicamente los de operarios y puesto de trabajo, por ello es necesario emplear metodologías que permitan al operario tener un mejor rendimiento, ya que se concluye que el tiempo de demora es por la monotonía del proceso, por distracciones, ausentismo y por los demás trabajos a realizar por parte de los operarios.

Aprobación y liberación de producto

Este proceso puede ser simplificado por medio de automatización, ya que la verificación de calidad requiere un análisis minucioso del producto terminado, debido a los requerimientos esenciales del mismo, sin embargo, un proceso estandarizado y documentado permite otorgar parámetros de verificación del producto.

Nota. Elaboración propia.

Para acompañar el proceso metodológico del SMED, se proponen además la implementación y uso de formatos como el que se presenta a continuación con el fin de minimizar y reducir los tiempos empleados por los operarios para disponer de las herramientas requeridas.



		Empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña							
Formato de inventario para herramientas									
Código	Descripción	Ubicación	Función específica	Proceso que la requiere	Cantidad en inventario	Fecha de solicitud de herramienta	Fecha de entrega de herramienta	Solicitado por	Firma
BTE3R2F101	Buril de tungsteno	Estante #3, segunda repiza.	Realizar acanalado en el rodillo pelador de mollejas.	Fresado de rodillo pelador de mollejas	5	11/08/2020	14/08/2020	Juan Perez	
Nota:									

Figura 58. Formato de inventario para herramientas. Elaboración propia.

7.1.5. Propuesta Kanban.

Al evidenciar la falta de información referente a las actividades que se deben realizar y la falta de conclusión de las actividades en progreso, ya que los operarios deciden realizar más de un trabajo al tiempo, sin finalizar el anterior, se acumulan las actividades en progreso y no se tiene un registro de cuáles son, por ello se realizó una lista con las tareas que se podrían integrar como tarjetas Kanban, la **Tabla 60** fue la siguiente.

Tabla 60.

Posibles actividades para tarjetas Kanban.

Posibles actividades para tarjetas Kanban

Transporte
Transportar materia prima a torno
Transportar producto en proceso a fresadora
Transportar buril para afilar a zona de afilado
Transportar buril afilado a zona de fresado
Transportar producto terminado a inventario
Transportar producto terminado a cliente
Torno
Ordenar puesto de trabajo en área de torneado
Alistar máquina de torneado
Preparación e instalación de la materia prima
Realizar proceso de torneado
Limpiar área de trabajo
Fresadora
Ordenar puesto de trabajo en área de fresado
Alistar maquina fresadora
Preparación e instalación de la materia prima
Realizar proceso de fresado
Limpiar área de trabajo
Área de afilado
Alistar máquina de afilado
Preparación e instalación de la materia prima
Realización y verificación de afilado de buril
Tarjetas adicionales

Solicitar materia prima a proveedor

Cotizar materia prima

Verificar calidad materia prima solicitada

Limpieza de bodega

Clasificación de las herramientas

Kanban urgente material requerido

Kanban orden de trabajo

Nota. Elaboración propia.

Posterior a la realización de la **Tabla 60** se identificaron actividades que pueden ser representadas por una tarjeta denominada con el mismo nombre, y se eliminaron actividades redundantes o que están muy relacionadas a otras, por lo cual se propone la siguiente tabla de tarjetas Kanban y su clasificación para la implementación de dicha metodología en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña, como se puede observar en la **Tabla 61**.

Tabla 61.

Tarjetas Kanban con su clasificación.

Tarjetas de transporte

Transporte materia prima a empresa

Transporte materia prima a inventario

Transporte producto terminado a cliente

Tarjetas de producción

Ordenar puesto de trabajo

Alistar maquina

Preparación e instalación de la materia prima

Realizar proceso

Limpiar área de trabajo

Verificación de herramienta

Tarjetas adicionales

Solicitar materia prima a proveedor

Cotizar materia prima

Verificar calidad materia prima solicitada

Limpieza de bodega

Clasificación de las herramientas

Kanban urgente material requerido

 Kanban orden de trabajo

Nota. Elaboración: propia.

Como parte adicional de la propuesta Kanban se hace un esquema para ejemplificar como debe ser el tablero Kanban para la integración de las tarjetas en el mismo, este tablero puede ser físico o puede ser digital, sin embargo, no deben verse alterados factores como las columnas esenciales “Por hacer, En progreso y Terminado”, ya que estas permiten llevar el orden adecuado de las actividades, además se recomienda incluir en el diseño para un tablero físico que la tarjeta sea elaborada con elementos que permitan escribir por lo menos en un tercio de ella, para incluir datos como las iniciales del operario y una clasificación de la urgencia de la actividad, el esquema propuesto es el siguiente(**Figura 59**):

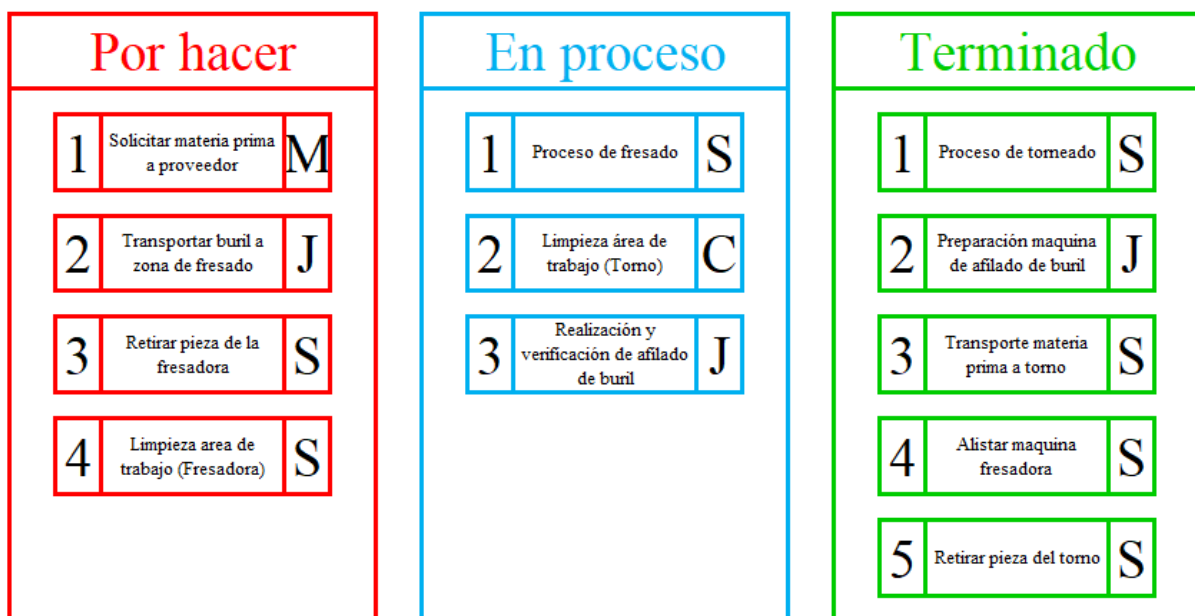


Figura 59. Tarjetas Kanban. Elaboración propia (2020).

En la propuesta del tablero Kanban se evidencian la distribución y disposición de las tarjetas dentro del tablero, sin embargo, se hace la propuesta del siguiente formato para la creación y registro de las tarjetas Kanban, teniendo en cuenta que se van a diligenciar a mano y que posteriormente se pueden integrar a un tablero digital.

Etapa de flujo de trabajo:		Por hacer		En proceso		Hecho	
Descripción:							
Tipo de tarjeta	Tarea	Retroalimentación		Problema/Error		Mejora	
	Obstruido	Esperando		Importante		Característica	
Prioridad de la tarjeta:		Alta		Normal		Baja	
Asignado a:				Fecha de vencimiento:			

Figura 60. Tarjetas Kanban. Elaboración propia (2020).

A parte del tablero y el formato de la tarjeta, se propone la creación de una cuenta en la página Kanban Tool, que permite la creación de tableros Kanban digitales, además de la integración de equipos de trabajo, automatización de procesos y la creación de registros de tiempo e informes, los planes que ofrece la página se presentan a continuación en la **Tabla 62**.
Tabla 62.

Costo de cada plan por usuario de la herramienta Kanban Tool

Costo de cada plan por usuario de la herramienta Kanban Tool			
Plan	Free	Team	Enterprise
Precio por usuario	\$ 0	\$ 18.920	\$ 34.056
Características del plan	Permite solo la creación de dos tableros, la integración de participantes es limitada y no permite adjuntar archivos.	Tableros ilimitados, posibilidad de adjuntar archivos, múltiples usuarios, integración de varios participantes en las actividades y posibilidad de trabajar en conjunto con más de un usuario.	Tableros ilimitados, posibilidad de adjuntar archivos, registro del tiempo e informes, automatización de procesos, múltiples usuarios, integración de varios participantes en las actividades y posibilidad de trabajar en conjunto con más de un usuario.

Nota. Costo de cada plan por usuario de la herramienta Kanban Tool. Kanban Tool Elaboración propia.

De los planes presentados en la tabla anterior, se propone la adquisición de dos planes Team por un valor de \$37.840, ya que la empresa no requiere registros del tiempo, informes, automatización de procesos, por lo que se descarta el plan Enterprise, sin embargo, si es necesario para la empresa el contar con la posibilidad de crear más de dos tableros, que permitan la integración de todas las áreas, además requiere del beneficio de adjuntar archivos, ya que, se pueden incluir en las tarjetas Kanban las órdenes de compra de cada uno de los productos, se propone la adquisición de dos planes, porque facilita la comunicación del administrador con los operarios, teniendo en cuenta que hay ocasiones en las que el administrador actual realiza sus labores desde su casa.

7.1.6. Propuesta Kaizen.

En las siguientes tablas se presentan las soluciones propuestas para el método Kaizen, clasificándolas en las mismas tres categorías del capítulo 6, se realizó la propuesta de los problemas identificados, se presentará primero la **Tabla 63.**, estas soluciones deben ser aplicadas en un máximo de 3 horas desde su aparición.

Tabla 63.

Propuesta Kobetsu Kaizen Flash.

Kobetsu Kaizen Flash

Soluciones
Diseñar un esquema para mejorar el orden inventario de materia prima y de la disposición de la misma para evitar pérdidas y extravíos.
Se propone realizar un reglamento interno de trabajo en donde se contemple el uso adecuado de los implementos de protección personal y el correcto empleo de las herramientas.
Realizar una limpieza programada para los puestos de trabajo, disponiendo del tiempo de producción y no de los descansos o almuerzos de los operarios.
Realizar un programa de solicitud de insumos a los proveedores, para que estén disponibles antes de que sean necesarios, se recomienda analizar las solicitudes de materia prima mediante la filosofía Justo a Tiempo.
Rectificar el material y posteriormente llenar un informe con los detalles del daño y del proceso realizado para la rectificación.
Dejar la pieza en una zona específica para enfriado a temperatura ambiente y posteriormente introducirlas en un contenedor especial con agua fría.
Verificación regular de las herramientas, creación de guías sobre buen uso de las herramientas acompañadas de capacitaciones sobre el buen uso de las mismas.
Evaluar los tiempos en los que el compresor es requerido y crear un programa de tiempos de encendido del compresor, que permita generar el menor costo y obtener un aprovechamiento total del mismo.

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente se presentan las soluciones para los eventos Kaizen en la **Tabla 64.**, estas soluciones deben ser implementadas en menos de ocho horas, dichas soluciones se presentan en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 64.

Propuesta Evento Kaizen.

Evento Kaizen
Soluciones
Realizar una matriz de abastecimiento programado para acá uno de los suministros necesarios para la elaboración del producto.
Verificación anticipada de las propiedades de la materia prima seleccionada para realizar el producto, capacitaciones sobre el proceso productivo y el manejo adecuado de materiales.
Implementar un sistema de inventario.
Comprar refrigerante y mantener unidades del mismo en el inventario.
Hacer un análisis de las herramientas empleadas actualmente; comparar con herramientas de mejor calidad y verificar si el costo/beneficio de adquirir una nueva gama de herramientas es mejor.
Crear un plan especificado de gastos y pagos requeridos semanalmente, mensualmente y trimestralmente, para diseñar un plan de ahorro con fin de amortiguar la falta de flujo de caja.
El administrador debe dejar un monto calculado para los gastos necesarios cuando no está presente y adicionalmente un monto para situaciones de emergencia.

Nota. Elaboración propia.

Se presenta por último la **Tabla 65.** las soluciones propuestas para los problemas de Kobetsu Kaizen, estas soluciones deben ser implementadas en menos de dieciséis horas.

Tabla 65.

Propuesta Kobetsu Kaizen.

Kobetsu Kaizen
Soluciones
Análisis de mercado para tener más de un suministro y tener varias alternativas para no tener faltantes.
Creación de un plan de incentivos basado en los índices de productividad de cada operario, se requiere tener en cuenta el presupuesto permitido por la empresa; el plan de incentivos lograra que los operarios tengan una mayor motivación en los puestos de trabajo.

Revisar el TMP propuesto para la empresa en este trabajo.

Hacer un estudio de costo/beneficio para aprobar o rechazar la compra de una planta de energía eléctrica que cumpla con los requerimientos básicos para mantener la planta o como mínimo las maquinas requeridas para el proceso.

Hacer un estudio para implementar la insonorización de la planta e incentivar el uso adecuado de los implementos de protección auditiva para los operarios.

Realizar una distribución en planta optima que permita tener un aprovechamiento completo de los espacios.

Nota. Elaboración propia.

7.1.7. Propuesta VSM.

Se realizó el mapa de flujo de valor con un ciclo total del producto de 24 horas, siendo este valor calculado con la ayuda de la velocidad ideal suministrada por el dueño de la empresa, como se mencionó anteriormente, presentando una reducción de 8,5 horas empleadas anteriormente, este mapa de flujo de valor, representa el trabajo ideal, sin interrupciones y con absolutamente todas las condiciones a favor; condiciones como, un orden adecuado del puesto de trabajo, materia prima en excelente estado, completa disponibilidad de las herramientas y suministros.

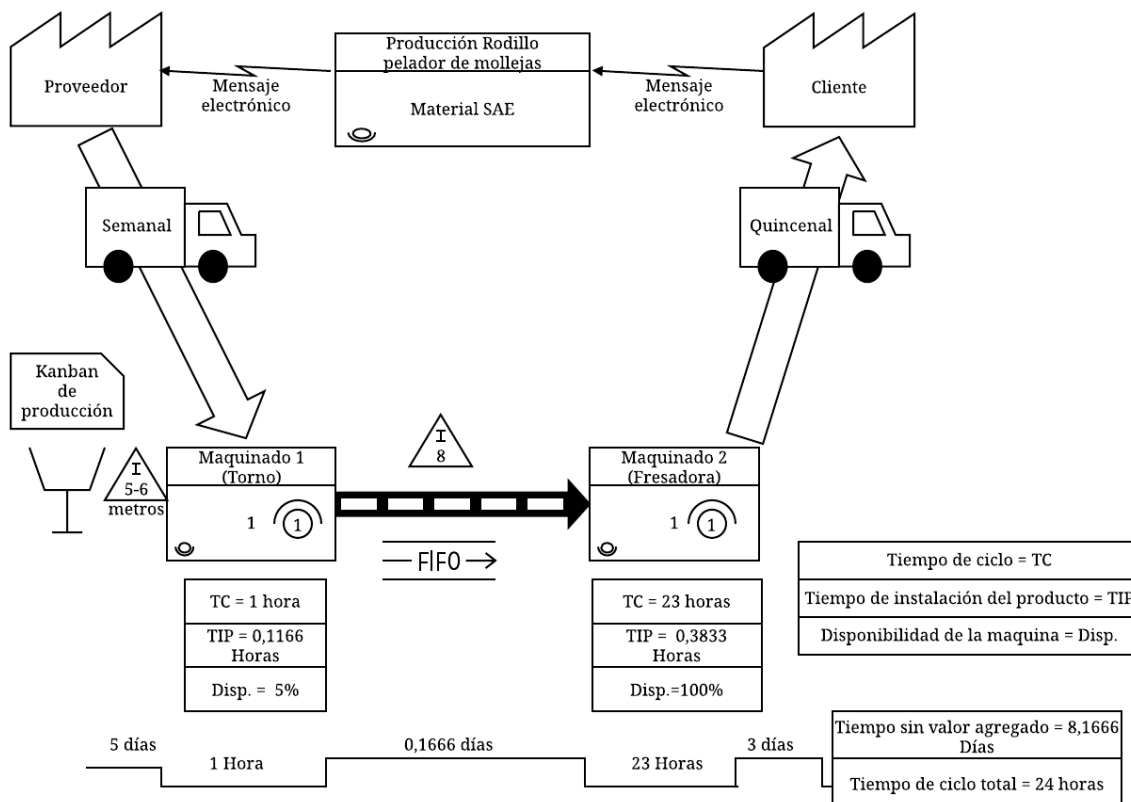


Figura 61. VSM propuesta. Elaboración propia mediante Lucidchart.

En el primer VSM presentado el valor de cada pieza realizada por un operario tiene un costo de \$145.951,4 contemplando solo lo pagado al operario por hora, valiendo cada hora \$35.926,5; con el nuevo VSM este costo es de \$107.779,5, la diferencia es de \$38.171,9, siendo el 26,15% más cara la alternativa con el tiempo de ciclo total más largo que la propuesta del nuevo VSM (**Figura 61**).

Se realizó de una comparación entre el tiempo de ciclo calculado en el capítulo anterior, frente al tiempo de ciclo empleado en el VSM propuesto, esto para calcular la diferencia de costos de los trimestres del 2019 si se hubiese empleado el tiempo de ciclo ideal, dicha comparación se presenta en la **Tabla 66**.

Tabla 66.

Comparación Tiempo de Ciclo Real (TCR) y Tiempo de Ciclo Ideal (TCI).

	Valor turno 8 horas	\$ 35.926,5	Valor por una hora	\$ 4.490,81
Trimestre	1	2	3	4
Tiempo de ciclo real	31	36	28	35

Valor pagado al operario por horas empleadas en el rodillo	\$ 139.215	\$ 161.669,25	\$ 125.742,74	\$ 157.178,43
Tiempo de ciclo ideal	24	24	24	24
Valor ideal a pagar al operario por horas empleadas en el rodillo	\$ 107.779,44	\$ 107.779,44	\$ 107.779,44	\$ 107.779,44
Diferencia de horas entre TCR y TCI	7	12	3	11
Diferencia de dinero pagado entre TCR y TCI	\$ 31.435,56	\$ 53.889,81	\$ 17.963,3	\$ 49.398,99
Diferencia porcentual entre TCR y TCI	22,58%	33,33%	14,29%	31,43%

Nota. Elaboración propia.

De la **Tabla 66** se puede notar una diferencia significativa en relación al costo que represento trabajar sobre el TCR en el año 2019 para cada trimestre, se puede evidenciar en la tabla como cada uno de los trimestres tuvo una diferencia porcentual mayor al 45% con relación al costo que se tuvo que haber pagado al operario por sus horas de trabajo, sin embargo, en promedio se pagó 25,41% más de lo que se tenía que haber pagado en el año 2019; debido a lo presentado en este capítulo se propone como objetivo para la empresa alcanzar un tiempo de producción eficiente y productivo enfocado al tiempo de ciclo ideal para la realización de cada unidad trabajada, además se propone documentar el proceso de reducción de tiempo de ciclo y los cambios frente a factores productivos y monetarios en la empresa.

El VSM presentado en este capítulo hace referencia a un estado ideal del proceso, en el cual, como ya se mencionó anteriormente, es sin interrupciones y con absolutamente todas las condiciones a favor, sin embargo, se establece como objetivo, teniendo como base esencial para llegar a este estado, la valoración y ejecución de las herramientas presentadas en este trabajo y en el **Anexo II. Mapeo estado actual propuestas alternas de implementación en la empresa Mantenimiento & Mecanizados Javier Peña**; ya que todas aportan un valor primordial que brindara a la empresa y a los empleados las habilidades y conocimientos pertinentes para mejorar continuamente el proceso y alcanzar los tiempos propuestos en este nuevo VSM.

7.2. Propuesta de automatización

En base a la solicitud del dueño de la empresa, se realiza una propuesta de automatización por partes del proceso, específicamente para el proceso de fresado, ya que la empresa cuenta con un torno que es requerido para elaborar otras gamas de productos, sin embargo la máquina

fresadora empleada solo se utiliza para la fabricación del rodillo; se tuvo en cuenta aspectos esenciales del proceso, así como las características básicas o mínimas que requiere este para poder seleccionar los elementos adecuados.

Con la intención de presentar una propuesta completa y detallada sobre la automatización, para poder llevar a cabo una selección ideal de elementos a suplir para automatizar el proceso, fue necesario evidenciar el proceso mediante videos y fotografías, con el fin de reconocer que partes de la fresadora pueden ser integradas en la automatización y las complicaciones que estas podrían presentar.

En el **Anexo III. Automatización de la maquina fresadora mediante sensores, servomotores y PLC.** se incluyen la selección de los elementos de primer nivel de la pirámide de la automatización, los cuales son sensores y actuadores, incluye la selección del PLC y el protocolo de comunicación que será empleado por los elementos de la automatización, se encuentran también en dicho anexo, un diagrama de bloque con los elementos de automatización integrados, un diseño de la maquina en donde se dispone la posible ubicación de dichos componentes, un diagrama lógico del proceso automatizado, un diagrama GEMMA y la interfaz propuesta para la automatización por partes.

7.2.1. Costo de la propuesta.

El costo de la propuesta de automatización por partes se presenta en la **Tabla 67.** en dicha tabla se pueden apreciar los elementos seleccionados, la marca, referencia y precio de cada uno, incluyendo la compra de un buril de cobalto que permita mejorar el proceso al tener un desempeño mayor que el empleado actualmente para la elaboración de productos metalmecánicos.

Tabla 67.

Elementos seleccionados para la automatización

Elementos seleccionados para la automatización			
	Marca	Referencia	Precio
Sensor óptico	Festo	SOOE-RS-L- PNLK-T	\$ 1.199.127,30
Sensor de proximidad 1	Festo	SDAT-MHS M125	\$ 2.806.061,65
Sensor de proximidad 2	Festo	SDAT-MHS M160	\$ 3.225.854,38

Sensor de temperatura	Balluff	BTS M30E0-PSB-H0001-S04G	\$ 589.085,35
Sensor de vibración	Balluff	BCM R15E-001-DI00-01	\$ 1.433.817,58
Motor paso a paso 1	Festo	EMMS-ST tamaño de brida 28mm	\$ 2.911.114,85
Servomotor 1	Festo	ERMO Tamaño 25	\$ 9.319.945,53
Motor paso a paso 2	Festo	EMMS-ST tamaño de brida 42mm	\$ 4.549.370,00
Pantalla táctil	Festo	CDPX-X-A-W-4	\$ 6.689.673,06
PLC	Festo	CPXCEC-C1 V3	\$ 5.563.667,69
Buril	-	Buril de cobalto 1/2 largo acero industrial	\$ 68.112,00
VARIABLES DE INSTALACIÓN	-	recursos requeridos para realizar la instalación de los elementos.	\$ 5.000.000
Mano de obra			\$ 12.000.000
Total sin elementos adicionales			\$ 55.355.829,39
Elementos propuestos	Marca	Referencia	Precio
Sensor de visión artificial	Festo	SBSI-Q-R3B-F12-W	\$ 16.146.655
Total con elementos adicionales			\$71.502.484,81

Nota. Elementos seleccionados para la automatización y costos totales. Varias, Elaboración propia

En la **Tabla 67.** se presentan los costos individuales de los elementos seleccionados para automatizar la fresadora, las variables requeridas para realizar la instalación se establecieron con un mismo valor, se contempló además un costo de mano de obra, que es referente al pago del ingeniero encargado de la automatización y la suma de los mismos, además se incluye como elemento adicional el sensor de visión artificial, ya que el proceso no lo requiere, sin embargo,

puede ayudar a mejorar la calidad del mismo, se calculó el total de los costos sin este elemento y el total de los costos incluyéndolo.

7.3. Propuesta de automatización CNC

Esta propuesta se da a raíz de la solicitud del dueño JAVIER PEÑA SANTAMARIA, ante la evaluación y selección de maquinaria automatizada para mejorar la productividad del proceso, primeramente, se establecen las características y el peso que cada una de estas tendrá para la selección adecuada, estas características e importancia de las mismas se discuten y plantean en reunión previamente solicitada la cual se lleva a cabalidad de manera virtual, seguido de esto se procede a evaluar las características de cada uno de los tornos preseleccionados y cotizados (**Anexo V**), para finalmente proceder a la selección, sin embargo es de importancia aclarar que esta propuesta se consideró como no apta debido a los costos de adquisición ya que la empresa no cuenta con la capacidad financiera necesaria actualmente; por otra parte todo el proceso anteriormente mencionado se encuentra consignado en el (**Anexo IV**).

7.3.1. Costo de la propuesta de automatización CNC.

Los tornos CNC evaluados anteriormente son equipos que cumplen en promedio un 90 % los requisitos predeterminados, aunque sean equipos de muy buenas condiciones en calidad, rendimiento y producción, por el tamaño de la empresa y su nivel financiamiento no es viable la compra de ningún torno CNC que supere el presupuesto de \$120.000.000 pesos colombianos.

Tabla 68.

Comparación de precios tornos CNC.

Comparación de precios	
Tornos CNC	Valor
Leadwell T-6	\$ 297.949.439
LYNX 2100 LMA	\$ 497.857.859
FTL 400	\$ 220.965.745
TN500	\$ 359.858.499

Nota: Mediante la información suministrada por importadora colombiana. Elaboración propia.

En las cotizaciones el único torno que se encontraba cerca del presupuesto de la empresa M&M fue el torno FTL 400 observado en la **Tabla 68** con un valor de \$220.965.745, superando el presupuesto por \$100.965.745 pesos colombianos.

7.4. Propuesta para mejora continua

Mediante esta parte del proyecto se busca brindar alternativas complementarias en esta se presentan propuestas que fueron identificadas mediante el desarrollo del proyecto, esto en busca de una implementación más óptima estas son señalización, distribución en planta, plan de incentivos y creación de un reglamento interno de trabajo estas propuestas se plantean con la finalidad de implementar una mejora continua y como una segunda fase de implementación, el proceso y el planteamiento de estas mismas se encuentran presentados en el **Anexo IV**, sin embargo cabe aclarar que las propuestas presentadas se brindan con la finalidad de identificar y establecer resultados aproximados al momento de la implementación de las mismas, y se deberán evaluar y analizar con las metodologías pertinentes antes de su aplicación con el objetivo de tener una mayor certeza y claridad del impacto de las mismas.

8. Evaluación y selección entre la propuesta de automatización y la automatización CNC

Para determinar qué propuesta de automatización es óptima para la empresa se presenta en este capítulo la selección y evaluación de las propuestas presentadas.

8.1. Selección de la propuesta

Se realizó la selección de la propuesta mediante la comparación de costos obtenidos para cada una de ellas, los costos obtenidos de la automatización son en total \$55.355.829,39, sin la inclusión del sensor de visión artificial, el menor costo obtenido de la evaluación de posibles tornos CNC para ser adquiridos es de \$220.965.745, siendo la primera propuesta \$165.609.915,6 más económica que la compra de un torno CNC, además no supera el presupuesto establecido por el dueño de la empresa.

8.2. Evaluación de la propuesta

La evaluación de la propuesta seleccionada se realizó mediante el cálculo de los tiempos empleados en la fabricación del rodillo pelador de molleja, teniendo en cuenta las características de los sensores y actuadores que permiten una mayor eficiencia en el sistema de producción.

En la **Tabla 69**, se pueden apreciar los tiempos que conllevan cada una de las actividades en el sistema actual, también se presentan los tiempos propuestos por el empleo de las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa y la automatización de la máquina fresadora.

Tabla 69

Diferencia entre el tiempo de ciclo para una máquina.

Operaciones torno	2019	propuesta	Diferencia
Preparación de la máquina	40	30	10
Limpieza y orden del puesto de trabajo	30	10	20
Verificación de materia prima	10	10	0
Regulación del equipo	60	48	12
Instalación de pieza en el equipo	28	28	0
Realización	240	192	48
Aprobación y liberación de producto	60	60	0
Total	468	378	90
Operaciones fresadora	2019	propuesta	Diferencia
Preparación de la máquina	30	15	15

Limpieza y orden del puesto de trabajo	10	10	0
Regulación del equipo	40	40	0
Instalación de pieza en el equipo	53	40	13
Realización	7560	1620	5940
Aprobación y liberación de producto	40	40	0
tratamiento térmico	0	240	-240
Total	7733	2005	5728

Nota. Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede evidenciar la diferencia entre los tiempos del sistema actual con los tiempos propuestos, en la operación de torneado se puede apreciar una disminución de 90 minutos del tiempo total empleado en el proceso, sin embargo, un factor determinante es el hecho de que los tiempos propuestos son en base a la realización de cuatro rodillos peladores de molleja, que constituyen una maquina peladora de molleja, también se puede apreciar como la automatización de la maquina fresadora, permite una disminución de 5728 minutos en el proceso.

Tabla 70

velocidad obtenida

Velocidad nueva del fresado				
rpm permitidos	min/pasada	# pasadas	total, tiempo	horas
245 rpm	24	60	1440	24
870rpm	6,75	60	405	6,75

Nota. Elaboración propia.

En la **Tabla 70.** se realiza una comparación entre la velocidad que permite el sistema actualmente y la velocidad que alcanzaría con la implementación de la automatización del proceso de fresado.

Tabla 71

Diferencia de la utilidad obtenida

diferencia de la utilidad obtenida		
Costo de Materia prima	2019	propuesta
Eje 31cm SAE 304	\$ 99.168	\$ 102.240
Tornero	\$ 35.028	\$ 28.292
Fresador	\$ 578.783	\$ 10.853
tratamiento		\$ 23.800

CIF (costo indirecto de fabricación)	\$ 34.000	\$ 34.000
Total	\$ 746.979	\$ 199.184
P.V.P. (precio de venta al público)	\$ 1.750.000	\$ 1.750.000
Utilidad bruta	\$ 1.003.021	\$ 1.550.816

Nota. Elaboración propia.

La diferencia de la utilidad obtenida entre el nuevo sistema y el anterior se presenta en la **Tabla 71**. en dicha tabla se muestran los costos por la compra del material, costos de los valores pagados a cada operario, costos indirectos y el precio de venta al público, la diferencia entre la utilidad bruta con el sistema automatizado y el sistema actual es de \$547795.

Tabla 72

Tiempo liberado de los operarios

tiempo liberado de los operarios (Horas)		
	fresador	tornero
2019	129	7,8
propuesta	2	6,3
disminución	126	1,5

Nota. Elaboración propia.

Al tener un sistema automatizado el operario va a contar con mayor disponibilidad para realizar otras labores y se podrá concentrar en la fabricación de otros productos que tengan una participación significativa en la facturación de la empresa, el operario encargado del fresado tiene 126 horas disponibles con la automatización dicha maquina y el operario encargado del torno cuenta con 1,5 horas disponibles que podrá emplear en la realización de otros productos, teniendo en cuenta que esta máquina es requerida para otros procesos de producción, la diferencia de horas se presenta en la **Tabla 72**.

Tabla 73

Tiempo estimado recuperación de inversión

tiempo estimado para recuperar inversión		
tiempo de producción rodillo total	39,7	horas
tiempo al mes 24 días hábiles	192	horas
numero de máquinas al mes	4,834242551	unidades
utilidad nueva obtenida	\$ 1.550.816	por unidad
utilidad obtenida total al mes	\$ 7.497.019	\$/mes
rodillos realizados en un trimestre	58	rodillos/ 3 meses

maquinas en un trimestre	15	maquinas/ 3 meses
utilidad bruta esperada en un trimestre	\$ 22.491.057	utilidad/3 meses
costo con intereses bancarios	\$ 68.617.236	total
<hr/>		
tiempo estimado para recuperar inversión	3,05	trimestres
<hr/>		

Nota. Elaboración propia.

Se determina que el tiempo de recuperación de inversión es de 3,05 trimestres, aproximadamente 9 meses, además en el costo total de inversión se tuvieron en cuenta los intereses bancarios mediante la simulación de un crédito a un año con cuotas fijas de aproximadamente \$5.718.000, con una tasa de interés de 27,14%EA.

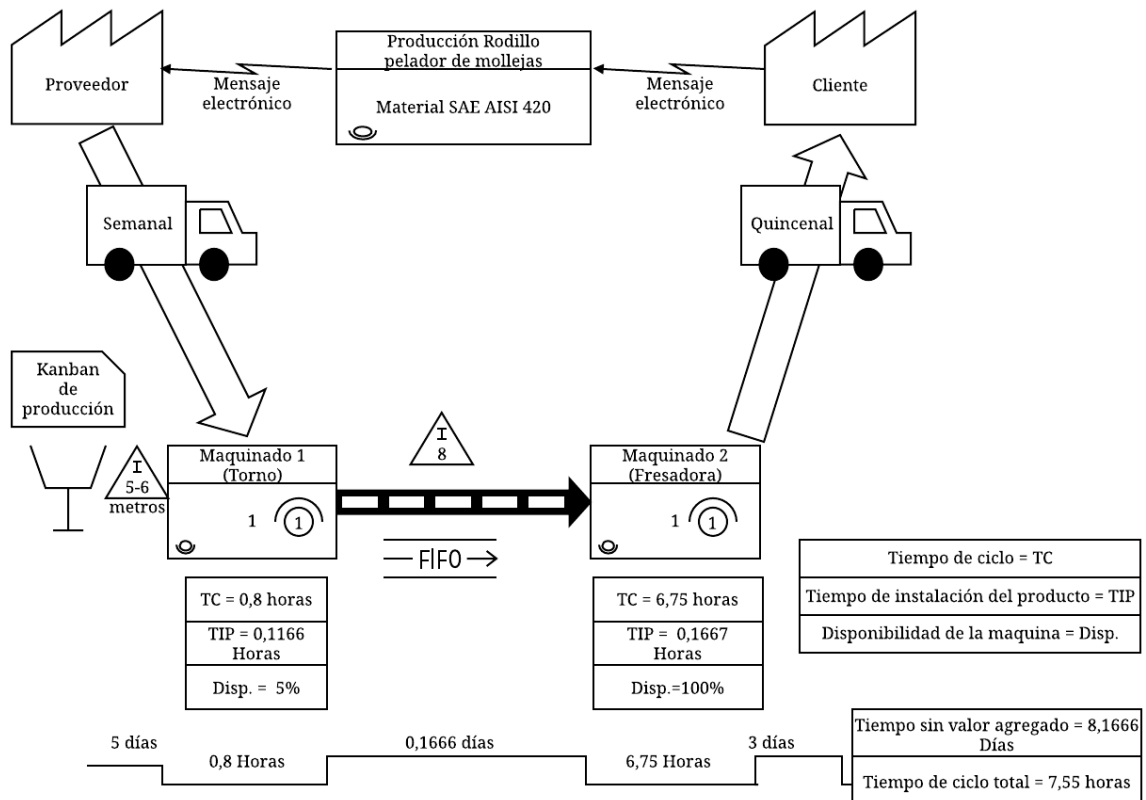


Figura 62. VSM calculado con el nuevo tiempo de ciclo. Elaboración propia.

Como conclusión del capítulo se presenta un nuevo VSM, que tiene incluidos los tiempos que se emplean en la producción mediante la realización de la automatización de la maquina fresadora y la aplicación de las herramientas Lean; el nuevo tiempo de ciclo es menor en 24,95 horas al primero presentado, siendo una reducción de más de 50% del tiempo que se empleaba anteriormente.

9. Metodología de implementación

La metodología de implementación recomendada para las propuestas seleccionadas es la siguiente:

1. Socialización de problemas identificados y soluciones propuestas
2. Estudio de capacidad financiera para la implementación de las propuestas. (Asumiendo que se cuenta con el presupuesto se darán los siguientes pasos)
3. Redistribución en planta
4. Implementación de señalización industrial
5. Implementación del reglamento interno de trabajo
6. Socialización e implementación de evaluaciones de desempeño
7. Socialización e implementación de Plan de incentivos
8. Capacitación, y posterior implementación de la herramienta 5s
9. Capacitación y posterior implementación de la herramienta Kanban tool
10. Capacitación y posterior implementación de Plan de mantenimiento 53 semanas
11. Capacitación y posterior implementación de la herramienta Gemba Walk
12. Capacitación y posterior implementación de la herramienta Kaizen
13. Adecuación de fresadora con sistema de sensores servomotores motores paso a paso y PLC
14. Capacitación sobre uso cuidado recomendación del sistema implementado (paso 13)
15. Implementar sistema de indicadores necesarios para el control del proyecto
16. Evaluar periódicamente el mejoramiento y oportunidades de mejora
17. Realizar plan de mejoramiento
18. Implementar oportunidades de mejoras encontradas. (Ciclo de mejora continua)

Resultados

cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas lean manufacturing y propuestas complementarias											
propuesta	problemas/oportunidades de mejora	causa	consecuencia	solucion propuesta	recurso	cantidad	und medida	costo de creacion o de	frecuencia	responsable	beneficios
1	acumulacion de objetos ajenos e innecesarios en la empresa	no existe control de los objetos ingresados, o eliminacion pertinente de los mismos	mala utilizacion de los espacios y reduccion de los mismos	clasificacion y posterior eliminacion de estos objetos	tiempo	30	horas	\$ 184.950	2 meses	administracion	aumento del 18,4% del espacio total en la empresa.
2	No se cuenta con la demarcacion de las areas de trabajo	no se reconoce el objetivo de esta implementacion	incumplimiento de la resolucion 1016 de 1989, articulo 11	demarcacion de las areas de trabajo	cinta para demarcacion industrial	20	mtr	\$ 160.000	unico	administracion	cumplimiento de la norma
3	No existe cronograma de limpieza	no se reconoce el objetivo de esta implementacion	areas de trabajo sucias, no existen tiempos estandarizados.	realizar limpieza general, estandarizacion de las actividades y creacion de formato de cumplimiento	tiempo	12	horas	\$ 103.980	mensual	produccion	Aumentar de 65% al 90% en la limpieza
4	No se cuenta con un plan de mantenimiento	no se conoce la metodologia de implementacion	no se realiza el mantenimiento adecuado en la maquinaria tiempos de espera entre actividades,	Plan de mantenimiento de 53 semanas	tiempo	8	horas	\$ 49.320	unico	produccion	Aumentar la vida util de la maquinaria, reducir costos en reparacion
5	No se cuenta con un sistema para brindar la informacion optima de las actividades pendientes	no se conoce la metodologia de implementacion	desplazamientos constantes a el area administrativa	se brinda recomendación de implementacion de software KanbanTool	membresia en software	2	membresia	\$ 37.800	mensual		mejorar en un 66% el flujo de informacion en la empresa

Figura 63. Cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas lean manufacturing y propuestas complementarias. Elaboración propia.

cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas lean manufacturing y propuestas complementarias											
propuesta	problemas/oportunidades de mejora	causa	consecuencia	solucion propuesta	recurso	cantidad	und medida	costo de creacion o de	frecuencia	responsable	beneficios
6	no se cuenta con el control optimo para la identificacion de problemas en la zona de produccion	no se conoce la metodologia de implementacion	tiempos altos en la indentificacion en los problemas	implementacion de cronograma para realizacion de preguntas del formato realizado	tiempo	1,5833	horas	\$ 12.369	2 veces /semana	administracion	reduccion del 50% en el tiempo de indentificacion de problemas
8	No se cuenta con señalizacion completa y adecuada	se desconoce la señalizacion requerida	incumplimiento de la resolucion 1016 de 1989, articulo 11	compra de señalizacion faltante	señales	17	unidades	\$ 374.000	unico	administracion	cumplimiento de la norma
9	distribucion de planta no optima	no se conoce la metodologia de implementacion	incumplimiento de la relacion de actividades	propuesta de una redistribucion con la utlizacion de las zonas despejadas	tiempo	10	hora	\$ 61.650	unico	administracion	subir de 23% a 53% en el cumplimiento de las relaciones de las areas en la planta cumplimiento del 90% de ventas establecido, y reduccion del ausentismo injustificado en almenos un 90% y una disminucion de tiempos no programados de 19 a 10%, creacion de reglas que permiten un mejoramiento en el ambiente laboral, formato de evaluacion de empleado de forma equitativa y un aumento de 15% a 34%
10	bajo indice de productividad de los empleados	insatisfaccion de los empleados, no existe regulacion estandar	ausentismo, tiempo perdido, baja productividad incumplimiento en las metas ventas esperadas	plan de incentivos empresariales	dinero	500	miles de pesos	\$ 500.000	mensual	administracion	
				creacion evaluacion de desempeño	tiempo	10	horas	\$ 61.650	unico	administracion	
				creacion del reglamento interno de trabajo	tiempo	24	horas	\$ 147.960	unico	administracion	
11	bajos indices de aplicación de herramientas lena manufacturing	desconocimiento de las herramientas lena manufacturing	bajos niveles de orden limpieza clasificacion estandarizacion control tiempos altos de flujo informacion, etc	capacitacion para la implementacion adecuada de todas las herramientas lean y demas propuestas complemetarias identificadas	tiempo	500	horas (100 horas por 5 empleados)	\$ 3.082.500	unico	empresa	cumplimiento de todos los beneficios anteriores,identificacion y mejoramiento continuo
								\$ 4.776.179			

Figura 64. Cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas Lean Manufacturing y propuestas complementarias. Elaboración propia.

cuadro resultados esperados empresa M&M mediante sistema de automatizacion seleccionado											
propuesta	problemas/oportunidades de mejora	causa	consecuencia	solucion propuesta	recurso	cantidad	und medida	costo de implemetacion	frecuencia	responsable	beneficios
1	tiempo de produccion elevados en la fabricacion de rodillo pelador de molleja	tiempos de produccion excesivamente altos, paradas no programadas, ausentismo	la empresa se encuentra en la capacidad de realizar una maquina peladora de mollejas en un tiempo de 17 dias	sistema de automatizacion mediante sensores, servomotores y motores paso a paso	dinero,mano de obra, costo varios	55.355.829,39	pesos	\$ 55.355.829	unica	administracion	El tiempo de produccion del rodillo pelador de mollejas se reduce de 24 horas a 6,75 horas, el tiempo de ciclo bajo a de 17 dias a 4,9 dias, por otra parte se liberan 126 horas del fresador y 1,5 horas del tornero, finalmente la utilidad bruta aumento de 1,003,021 a 1,550,816 y finalmente un amento de capacidad de produccion de 58 rodillos es decir 14 maquinas trmestrales y una utilizacion de la maquina del 100% todo esto conlleva a una utilidad bruta mensual 7,497,019

Figura 65. Cuadro resultados empresa M&M mediante sistema de automatización seleccionada. Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos mediante la implementación Lean Manufacturing se puede observar en la

cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas lean manufacturing y propuestas complementarias											
propuesta	problemas/oportunidades de mejora	causa	consecuencia	solucion propuesta	recurso	cantidad	und medida	costo de creacion o de	frecuencia	responsable	beneficios
1	acumulacion de objetos ajenos e innecesarios en la empresa	no existe control de los objetos ingresados, o eliminacion pertinente de los mismos	mala utilizacion de los espacios y reduccion de los mismos	clasificacion y posterior eliminacion de estos objetos	tiempo	30	horas	\$ 184.950	2 meses	administracion	aumento del 18,4% del espacio total en la empresa.
2	No se cuenta con la demarcacion de las areas de trabajo	no se reconoce el objetivo de esta implementacion	incumplimiento de la resolucion 1016 de 1989, articulo 11	demarcacion de las areas de trabajo	cinta para demarcacion industrial	20	mtr	\$ 160.000	unico	administracion	cumplimiento de la norma
3	No existe cronograma de limpieza	no se reconoce el objetivo de esta implementacion	areas de trabajo sucias, no existen tiempos estandarizados.	realizar limpieza general, estandarizacion de las actividades y creacion de formato de cumplimiento	tiempo	12	horas	\$ 103.980	mensual	produccion	Aumentar de 65% al 90% en la limpieza
4	No se cuenta con un plan de matenimiento	no se conoce la metodologia de implementacion	no se realiza el mantenimiento adecuado en la maquinaria tiempos de espera entre actividades,	Plan de mantenimiento de 53 semanas	tiempo	8	horas	\$ 49.320	unico	produccion	Aumentar la vida util de la maquinaria, reducir costos en reparacion
5	No se cuenta con un sistema para brindar la informacion optima de las actividades pendientes	no se conoce la metodologia de implementacion	desplazamientos constantes a el area administrativa	se brinda recomendación de implementacion de software KanbanTool	membresia en software	2	membresia	\$ 37.800	mensual		mejorar en un 66% el flujo de informacion en la empresa

Figura 63 y

cuadro resultados esperados empresa M&M mediante herramientas lean manufacturing y propuestas complementarias											
propuesta	problemas/oportunidades de mejora	causa	consecuencia	solucion propuesta	recurso	cantidad	und medida	costo de creacion o de	frecuencia	responsable	beneficios
6	no se cuenta con el control optimo para la identificacion de problemas en la zona de produccion	no se conoce la metodologia de implementacion	tiempos altos en la indentificacion en los problemas	implementacion de cronograma para realizacion de preguntas del formato realizado	tiempo	1,5833	horas	\$ 12.369	2 veces /semana	administracion	reduccion del 50% en el tiempo de indentificacion de problemas
8	No se cuenta con señalizacion completa y adecuada	se desconoce la señalizacion requerida	incumplimiento de la resolucion 1016 de 1989, articulo 11	compra de señalizacion faltante	señales	17	unidades	\$ 374.000	unico	administracion	cumplimiento de la norma
9	distribucion de planta no optima	no se conoce la metodologia de implementacion	bajo cumplimiento de la relacion de actividades	propuesta de una redistribucion con la utlizacion de las zonas despejadas	tiempo	10	hora	\$ 61.650	unico	administracion	subir de 23% a 53% en el cumplimiento de las relaciones de las areas en la planta cumplimiento del 90% de ventas establecido, y reduccion del ausentismo injustificado en almenos un 90% y una disminucion de tiempos no programados de 19 a 10%, creacion de reglas que permiten un mejoramiento en el ambiente laboral, formato de evaluacion de empleado de forma equitativa y un aumento de 15% a 34%
10	bajo indice de productividad de los empleados	insatisfaccion de los empleados, no existe regulacion estandar	ausentismo, tiempo perdido, baja productividad	plan de incentivos empresariales	dinero	500	miles de pesos	\$ 500.000	mensual	administracion	incumplimiento en las metas ventas esperadas
			creacion evaluacion de desempeño	tiempo	10	horas	\$ 61.650	unico	administracion	creacion del reglamento interno de trabajo	
			capacitacion para la implementacion adecuada de todas las herramientas lean y demas propuestas complemetarias identificadas	tiempo	24	horas	\$ 147.960	unico	administracion		
11	bajos indices de aplicación de herramientas lena manufacturing	desconocimiento de las herramientas lena manufacturing	bajos niveles de orden limpieza clasificacion estandarizacion control tiempos altos de flujo informacion, etc	capacitacion para la implementacion adecuada de todas las herramientas lean y demas propuestas complemetarias identificadas	tiempo	500	horas (100 horas por 5 empleados)	\$ 3.082.500	unico	empresa	cumplimiento de todos los beneficios anteriores,identificacion y mejoramiento continuo
								\$ 4.776.179			

Figura 64 Implementar oportunidades de mejoras encontradas. (Ciclo de mejora continua)

Conclusiones

Para implementar un sistema Lean Manufacturing es necesario realizar un trabajo en conjunto de sus múltiples metodologías, ya que estas metodologías se complementan y permiten tener una perspectiva más amplia de la empresa.

Implementar la metodología de 5 'S conservando el Seiketsu y Shitsuke conlleva a reducir tiempos en búsqueda de utillaje, al mantener Seiri, Seiton y Seiso durante periodos establecidos ayuda a encontrar anomalías de una forma más fácil, aumentando tiempos de productividad generando mantenimiento autónomo.

La implementación de un plan de mantenimiento para la empresa M&M es indispensable para contribuir a la prevención de fallos en las maquinas (fresadoras y tornos) y el aumento de paros no programados.

La eliminación de algunas zonas de la empresa M&M se deben hacer en un periodo cercano para generar una mejor distribución de planta priorizando los procesos de fabricación que le traen más beneficio a la compañía.

La instalación de señalización y demarcación de las zonas hace cumplimiento a la Resolución 1016 de 1983 la aplicación se realizó durante la implementación de Seiri, Seiton, Seiso, Shitkesu y Shitsuke.

Realizar un proceso de automatización puede mejorar los tiempos de producción de la empresa, pero requiere de la realización de labores previas como limpieza, orden y estandarización para lograr una mejor efectividad.

La automatización por parte de la adquisición de un torno CNC es una buena idea e inversión si se cuenta con el presupuesto adecuado, debido que son maquinas con características excepcionales para la producción metalmeccánica.

La baja productividad de los operarios, podría estar relacionada frente a las satisfacciones del mismo en la empresa es por esto que se buscó solución mediante la implementación de un plan de incentivos.

El ausentismo empresarial se presenta igualmente porque no existe un reglamento interno de trabajo el cual regule y controle lo permitido y no permitido dentro de las instalaciones.

Los paros no programados presentados en el OEE, se deben al tiempo que los operarios destinan a temas personales dentro de su horario laboral, teniendo como resultado un indicador de disponibilidad bajo.

El costo de inversión en la alternativa propuesta por el dueño Javier Peña, no se encontraba al alcance del estado financiero de la empresa, es por esto que esta propuesta se decide no realizarle más evaluación, ya que no se cuenta con este presupuesto.

Se debe generar un plan de mercadeo con la finalidad de generar un acaparamiento mayor del mercado, se recomienda iniciar por un estudio de mercados.

La demanda y oferta del sector avícola está directamente relacionada con el comportamiento de la demanda para la empresa M&M Javier Peña.

Referencias

- Alvarado, K. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital Recuperado*, de <https://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/901>
- Alvarado, K. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital [Figura]*. Recuperado de <https://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/901>
- Bances, Paz. (2017). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmeccánica Wensay Aceros S.A.* (Trabajo de grado), Universidad cesar vallejo. Puente Piedra. Perú.
- Betancourt, D. (2016). Medición del error en pronósticos de demanda. *Ingenio Empresa*. Recuperado de: www.ingenioempresa.com/medicion-error-pronostico.
- Betancourt, D. (2016). Medición del error en pronósticos de demanda. *Ingenio Empresa*. [Figura]. Recuperado de: www.ingenioempresa.com/medicion-error-pronostico.
- Castellano, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(1), pp. 30-41. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>
- Castellano, L. (2019, 25 marzo). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos kanban. methodology to increase process efficiency. [Figura]. Recuperado de: doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>
- Dalton J. (2019) Paseos de Gemba. En: *Great Big Agile*. Apress, Berkeley, CA. [Figura]. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4206-3_31
- Delgado-Álvarez, N. (2018). Aplicación del mapa de flujo de valor (VALUE STREAM MAP-VSM) a la gestión de cadenas de suministros de productos agrícolas: un caso de estudio. *Identidad Bolivariana*, 2(1). Recuperado de: <https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/view/54>
- Dini, M. (2018). Mipymes en América Latina. [Figura]. Repositorio Cepal. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/1/S1800707_es.pdf
- Changoluisa, C. (2016). *Diseño e implementación de un sistema CNC para la automatización de una fresadora Bridgeport perteneciente al laboratorio de procesos de manufactura de la universidad de las fuerzas armadas ESPE*. [e-book]. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12080>.

- Duque, R. (2010). Valor percibido por el empleado en la organización moderna (caso empresa de telecomunicaciones de Pereira saesp). *Scientia et technica*, xvi (44). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316027>
- Fenavi. (2020). En tiempos de Covid-19, la industria avícola garantiza abastecimiento de pollo y huevo a los colombianos. Fenavi. Recuperado de: <https://fenavi.org/centro-de-noticias/en-tiempos-de-covid-19-la-industria-avicola-garantiza-abastecimiento-de-pollo-y-huevo-a-los-colombianos/>
- Fenavi. (2020). En tiempos de Covid-19, la industria avícola garantiza abastecimiento de pollo y huevo a los colombianos. [Figura]. Fenavi. Recuperado de: <https://fenavi.org/centro-de-noticias/en-tiempos-de-covid-19-la-industria-avicola-garantiza-abastecimiento-de-pollo-y-huevo-a-los-colombianos/>
- García, R. (1998) Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (Muestra población (s.f) [Ecuación]. Monterrey, México: Mc Graw Hill.
- García, R. (1998) Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (Pronostico Brown) [Ecuación]. Monterrey, México: Mc Graw Hill.
- Grimm, D. (2020). *Propuesta de mejora de los procesos productivos para el moldeo por inyección en la empresa grimm ecuator a través de la aplicación de sistema de production toyota.* (Tesis de maestría). Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17294/trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n%20-%20david%20grimm.pdf?sequence=1&isallowed=y%3E>
- Grimm, D. (2020). *Propuesta de mejora de los procesos productivos para el moldeo por inyección en la empresa grimm ecuator a través de la aplicación de sistema de production toyota.* (Tesis de maestría). [Figura] Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17294/trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n%20-%20david%20grimm.pdf?sequence=1&isallowed=y%3E>
- Infante, E. (2013). *Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.* (Trabajo de grado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10819/2212>
- Infante, E. (2013). *Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.* (Trabajo de grado). [Figura] Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10819/2212>

- Imai, M. (1998). *Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo (Gemba)* (1st ed., p. 65). McGraw-Hill Interamericana de Colombia, S.A.U.
- Kato, L. (2019). Productividad e innovación en pequeñas y medianas empresas. *Estudios Gerenciales*, volumen (35). Recuperado de: https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/2909
- López, D. (2019). Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmeccánico, *Entre Ciencia e Ingeniería*, volumen (10). Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-83672016000200014&script=sci_abstract&tlng=es
- Marcos Pantoja, A. N., & Luna Condormango, F. (2020). Propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la línea de fabricación de una empresa ladrillera en la ciudad de Trujillo. [E-book], (1st. ed.). recuperado de: <https://3.210.144.179/bitstream/handle/11537/23693/Marcos%20Pantoja%20Arturo%20Negel%20-%20Luna%20Condormango%20Felix.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Merino, A. (2019). La disparidad de la productividad en América. El Orden Mundial. Recuperado de <https://elordenmundial.com/mapas/productividad-america/>
- Merino, A. (2019). La disparidad de la productividad en América. El Orden Mundial. [Figura]. Recuperado de: <https://elordenmundial.com/mapas/productividad-america/>
- Mohaman. (2016). Lesmth-Suavizado exponencial lineal de Brown. Support NumXL Pro. Recuperado de: <https://support.numxl.com/hc/es/articles/215971703-LESMTHTH-Suavizado-exponencial-lineal-de-Brown>
- Mohaman. (2016). Lesmth-Suavizado exponencial lineal de Brown. Support NumXL Pro. [Figura]. Recuperado de: <https://support.numxl.com/hc/es/articles/215971703-LESMTHTH-Suavizado-exponencial-lineal-de-Brown>
- Muñoz, A. (2013). *Implementar política just in time con proveedores no just in time*. (Trabajo de investigación. [Figura]. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11868>
- Oecd.org. (2019). Low productivity jobs continue to drive employment growth. Oecd. Recuperado de: <https://www.oecd.org/sdd/low-productivity-jobs-continue-to-drive-employment-growth.htm>

- Oecd.org. (2019). Crecimiento de la productividad laboral en el PIB de la OCDE por hora trabajada, tasa porcentual a tasa anual. Oecd. [Figura]. Recuperado de: <http://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/oecd-compendium-of-productivity-indicators-22252126.htm>
- Oecd.org. (2019). Productividad laboral por actividad económica principal. Oecd. [Figura]. Recuperado de: <https://www.oecdilibrary.org/sites/686035f4en/index.html?itemId=/content/component/686035f4-en>
- Oecd.org. (2019). Brechas de productividad entre pymes y grandes empresas. Oecd. [Figura]. Recuperado de: <https://www.oecdilibrary.org/sites/cae752d7en/index.html?itemId=/content/component/cae752d7-en>
- Oecd.org. (2019). Indicadores seleccionados para Colombia. Oecd. [Figura]. Recuperado de: <https://data.oecd.org/colombia.htm#profile-innovationandtechnology>
- Oecd.org. (2019). Indicadores seleccionados para Colombia. Oecd. [Figura]. Recuperado de: <https://data.oecd.org/gdp/real-gdp-forecast.htm>
- Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Ingeniería Primero, volumen* (No. 15) Recuperado de: http://fgsalazar.net/landivar/ing-primerboletin15/url_15_mec01.pdf
- Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Ingeniería Primero, volumen* (No. 15) [Figura] Recuperado de: http://fgsalazar.net/landivar/ing-primerboletin15/url_15_mec01.pdf
- Pantoja, F. (2020). *Propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la línea de fabricación de una empresa ladrillera en la ciudad de Trujillo*. (Trabajo de grado) [Figura]. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23693>
- Quezada, W. (2018). Gestión de la tecnología y su proceso de transferencia en Pequeñas y Medianas Empresas metalmecánicas del Ecuador. *Ingeniería Industrial, volumen* (39). Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v39n3/1815-5936-rii-39-03-303.pdf>
- Raghu, R. (2019), Performance Evaluation of Web Service Response Time Probability Distribution Models for Business Process Cycle Time Simulation. *The Journal of Systems & Software*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.110480>

- Raghu, R. (2019), Performance Evaluation of Web Service Response Time Probability Distribution Models for Business Process Cycle Time Simulation. *The Journal of Systems & Software*. [Figura] Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.110480>
- Redondo Ramírez, M. I. (2016). Planeación estratégica de las pymes del sector metalmeccánico, Areandina, Bogotá.
- Rondon. I. (2016). *Planeación estratégica de las pymes del sector metalmeccánico*. Areandina, Bogotá.
- Segura, A. (2019). *Estudio de la implementación de la herramienta Takt-Time en un proyecto de construcción*. Universidad de Costa Rica. (Trabajo de grado). Recuperado de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8993/1/43969.pdf>
- Segura, A. (2019). *Estudio de la implementación de la herramienta Takt-Time en un proyecto de construcción*. Universidad de Costa Rica. (Trabajo de grado). [Figura]. Recuperado de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8993/1/43969.pdf>.
- Simancas, R. (2018). Administración de recursos humanos: Factor estratégico de productividad empresarial en pymes de Barranquilla, *Revista Venezolana de Gerencia, volumen* (23). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29056115008/html/index.html>
- Tiempo de ciclo (s.f) [Ecuación]. Recuperado de: <https://tulip.co/blog/lean-manufacturing/cycle-vs-lead-vs-takt/>
- Touron, J. (2019). Definición del OEE. Sistemas OEE. Recuperado de: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>
- Touron, J. (2019). Definición del OEE. Sistemas OEE. [Figura]. Recuperado de: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>
- Vidal, J. (2009). *Fundamentos de control y gestión de inventarios* [e-book]. Recuperado de: https://www.academia.edu/39266025/FUNDAMENTOS_DE_CONTROL_Y_GESTI%C3%93N_DE_INVENTARIOS
- Vidal, J. (2009). *Fundamentos de control y gestión de inventarios* [e-book]. [Figura]. Recuperado de: https://www.academia.edu/39266025/FUNDAMENTOS_DE_CONTROL_Y_GESTI%C3%93N_DE_INVENTARIOS
- Villan, D. (2019). Cuarta revolución industrial, un reto para los trabajadores. La opinión. Recuperado de: <https://www.laopinion.com.co/tecnologia/cuarta-revolucion-industrial-un-reto-para-los-trabajadores-185680>

Villan, D. (2019). Cuarta revolución industrial, un reto para los trabajadores. La opinión. [Figura]. Recuperado de: <https://www.laopinion.com.co/tecnologia/cuarta-revolucion-industrial-un-reto-para-los-trabajadores-185680>

Anexos

Propuesta de mejoramiento del proceso productivo de rodillo pelador de mollejas en la empresa
Mantenimiento & mecanizados Javier Peña mediante la filosofía Lean Manufacturing

ANEXO	NOMBRE	LINK
Anexo I	PLAN DE MANTENIMIENTO M&M	https://1drv.ms/x/s!AqKTbS2bQw6OvBDJKhZmrgXZhNXs
Anexo II	MAPEO ESTADO ACTUAL PROPUESTAS ALTERNAS DE IMPLEMENTACION EN LA EMPRESA MANTENIMIENTO Y MECANIZADOS JAVIER PEÑA.	https://1drv.ms/w/s!AqKTbS2bQw6OvBF-7b-qPXiLdpwx
Anexo III	AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA FRESADORA MEDIANTE SENSORES, SERVOMOTORES, Y PLC.	https://1drv.ms/w/s!AqKTbS2bQw6OvBJHtP6Wk6KzfCOh
Anexo IV	PROPUESTA DE ADQUISICION TORNO CNC EN LA EMPRESA M&M JAVIER PEÑA	https://1drv.ms/w/s!AqKTbS2bQw6OvBP7xWBAjr4ooiD-
Anexo V	DISTINTAS COTIZACIONES TORNOS CNC PARA PRUPOUESTA.	https://1drv.ms/w/s!AqKTbS2bQw6OvBUYKH39y7PWR1Xm
Anexo VI	PROPUESTAS PILOTO DE ALTERNATIVAS IDENTIFICADAS PARA SEGUNDA FASE EMPRESA MANTENENIMIENTO & MECANIZADOS.	https://1drv.ms/w/s!AqKTbS2bQw6OvBasQhHMP4KG7Kel
Anexo VII	COTIZACION SEÑALIZACION.	https://1drv.ms/w/s!AqKTbS2bQw6OvBf5mEpdvFBFw95V

