

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA AYC  
PLAST E. I. R. L PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA**

**JESSICA PAOLA MIJAHUANCA VILLALOBOS**

**ASESORA**

**Mgr. VANESSA LIZET CASTRO DELGADO**

**Chiclayo, 2019**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Delia y Angel y a mis hermanos: Deyli, Henry y Luis, por sus consejos, apoyo y comprensión durante mi formación académica.

A Dios, por siempre darme fuerzas para no rendirme y guiarme por el camino correcto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesora de tesis, Mgtr. Ing. Vanessa Castro,  
por su paciencia, comprensión, apoyo y consejos  
brindados a lo largo de la presente investigación.

## RESUMEN

AYC PLAST E.I.R.L es una empresa lambayecana dedicada a la fabricación y ventas de mangas plásticas y mangueras de regadío a base de polietileno reciclado. A la fecha, la empresa presenta como principal problema el bajo nivel de servicio debido al incumplimiento del total de la demanda durante el período evaluado. Ante ello, la presente investigación tuvo como objetivo elaborar una propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa A&C PLAST E.I.R.L para incrementar el nivel de servicio.

Se evidenció que las principales causas que conllevaban al bajo del nivel del servicio fueron la falta de evaluación de sus proveedores de materia prima, la ausencia de métodos de trabajo estandarizados; el inadecuado ambiente de puestos de trabajo y distribución de planta de la empresa que producía un total de 12 % de actividades improductivas generadas por el transporte de 73,32 metros durante todo el proceso; las restricciones del proceso presentes en el proceso productivo como el cuello de botella de 44,63 minutos por manga plástica de 40 pulgadas; así como la falta de capacitación de personal. Todo lo mencionando anteriormente incurría en una pérdida económica de S/ 49 205,65 soles contra de la empresa.

Se propuso la mejora del proceso productivo mediante herramientas de la ingeniería industrial, como métodos de trabajos estandarizados, la distribución de planta; la estandarización de tiempos, la teoría de restricciones (balance de líneas) y los planes de capacitación hacia el personal. La propuesta permitió aumentar el nivel de servicio a un 100%, con un beneficio/ costo de 1,18 permitiendo que la propuesta de mejora sea rentable para AYC PLAST E.I.R.L y el tiempo de recuperación equivale a 61 días.

**Palabras clave:** Nivel de servicio, Plástico, Mejora de proceso productivo

## ABSTRACT

AYC PLAST E.I.R.L is a Lambayecan company dedicated to the manufacture and sales of plastic sleeves and irrigation hoses based on recycled polyethylene. To date, the company's main problem is the low level of service due to non-compliance with the total demand during the evaluated period. In view of this, the present investigation had as objective to elaborate a proposal of improvement in the productive process of the company A & C PLAST E.I.R.L to increase the level of service.

It was evidenced that the main causes that led to the low level of service were the lack of evaluation of their raw material suppliers, the absence of standardized work methods; the inadequate environment of jobs and distribution of the company's plant that produced a total of 12% of unproductive activities generated by the transportation of 73.32 meters during the entire process; the process constraints present in the production process such as the bottleneck of 44,63 minutes per 40-inch plastic sleeve; as well as the lack of staff training. Everything mentioned above incurred an economic loss of S / 49 205,65 soles against the company.

The improvement of the productive process was proposed by means of industrial engineering tools, such as standardized work methods, plant distribution; the standardization of times, the theory of restrictions (balance of lines) and the plans of training towards the personnel. The proposal allowed to increase the service level to 100%, with a benefit / cost of 1,18 allowing the improvement proposal to be profitable for AYC PLAST E.I.R.L and the recovery time is equivalent to 61 days.

Keywords: Level of service, Plastic, Improvement of productive process

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT .....	5
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes.....	14
2.2. Base teórica científicas .....	18
2.2.1. Producción.....	18
2.2.2. Industria Plástica .....	18
2.2.3. Nivel de Servicio .....	18
2.2.4. Productividad .....	18
2.2.5. Indicadores de productividad .....	19
2.2.6. Herramientas De Análisis De Procesos.....	20
2.2.7. Matriz de Priorización de factores .....	23
2.2.8. Herramientas de Mejora de Procesos .....	23
III. RESULTADOS .....	27
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	27
3.1.1. La Empresa.....	27
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO .....	28
3.2.1. Productos .....	28
3.2.2. Materiales directos e indirectos.....	32
3.2.3. Insumos .....	34
3.2.4. Maquinaria, herramientas y equipos .....	35
3.2.5. Suministros.....	38
3.2.6. Proceso de producción .....	38
3.2.7. Sistemas de producción .....	44
3.2.8. Análisis para el proceso de producción.....	44
3.2.9. Indicadores Actuales del proceso.....	53
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CAUSAS .....	62
3.3.1. Problemas, causas y propuestas de solución .....	62
3.3.2. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas .....	77
3.4. PRIORIZACIÓN DE FACTORES – MEJORAS .....	79

3.5. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO .....	81
3.5.1. Mejora 1: Plan de mejora con proveedores y control de materia prima. ....	81
3.5.2. Mejora 2: Redistribución De Planta (Inclusión De Áreas) Y Diseño De Puestos De Trabajo. ....	88
3.5.3. Mejora 3: Estandarización De Tiempos .....	114
3.5.4. Mejora 4: Plan De Capacitación.....	121
3.6. NUEVOS INDICADORES .....	131
3.7. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO .....	139
3.7.1. Inversiones .....	139
3.7.1.5. Cálculo de los Gastos Financieros.....	145
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	148
4.1. CONCLUSIONES .....	148
4.2. RECOMENDACIONES .....	149
V. BIBLIOGRAFÍA .....	150
VI. ANEXOS.....	152

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología del DOP .....	21
Tabla 2. Simbología del DAP .....	21
Tabla 3. Registro de lecturas de cronómetro .....	22
Tabla 4. Código de Relaciones de Proximidad .....	24
Tabla 5. Variables y fórmulas del balance de líneas .....	26
Tabla 6. Familia de Productos .....	28
Tabla 7. Rango de Clasificación .....	29
Tabla 8. Clasificación ABC- Pareto .....	30
Tabla 9. Ficha técnica de las mangas plásticas .....	31
Tabla 10. Ficha técnica de las mangueras de regadío .....	32
Tabla 11. Materiales directos para producción .....	33
Tabla 12. Materiales indirectos .....	33
Tabla 13. Operarios de producción .....	34
Tabla 14. Remuneración de maquinistas y operarios .....	35
Tabla 15. Lista de maquinaria .....	35
Tabla 16. Ficha técnica de Máquina Peletizadora .....	36
Tabla 17. Ficha técnica de Máquina Mezcladora .....	36
Tabla 18. Ficha técnica de Máquina Extrusora #80 .....	37
Tabla 19. Herramientas del proceso productivo .....	37
Tabla 20. Equipos del proceso productivo .....	38
Tabla 21. Cálculo de tiempo promedio .....	46
Tabla 22. Cursograma analítico de fabricación de mangas plásticas de 40 pulgadas .....	49
Tabla 23. Producción de manga plásticas de 40 pulgadas .....	54
Tabla 24. Costo de producción de una manga plástica de 40 pulg. ....	57
Tabla 25. Resumen de tiempos promedio .....	58
Tabla 26. Nivel de servicio actual .....	59
Tabla 27. Cantidad de pedidos no atendidos 2018 .....	60
Tabla 28. Resumen de Indicadores Actuales .....	61
Tabla 29. Problemas, causas y propuestas de solución .....	62
Tabla 30. Lista de proveedores, cantidad de kilos abastecidos en total y en mal estado. ....	64
Tabla 31. 5WH para la etapa de pesado .....	65
Tabla 32. 5WH para la etapa de Peletizado .....	66
Tabla 33. 5WH para la etapa de pesado .....	67
Tabla 34. 5WH para la etapa de mezclado .....	68
Tabla 35. 5WH para la etapa de extrusión .....	69
Tabla 36. 5WH para la etapa de pesado .....	70
Tabla 37. 5WH etapa de corte y sellado .....	71
Tabla 38. Indicadores de línea Actual .....	72
Tabla 39. Lista de Verificación -5S .....	76
Tabla 40. Resumen de encuesta .....	77
Tabla 41. Matriz de consistencia .....	78
Tabla 42. Escala de Valoración de Factores .....	79
Tabla 43. Factores de priorización .....	79
Tabla 44. Escala de Valoración .....	80
Tabla 45. Matriz de enfrentamiento .....	80

Tabla 46. Procedimiento de Selección y Evaluación de Proveedores.....	82
Tabla 47. Criterios de evaluación para proveedores .....	83
Tabla 48. Calificación del proveedor según requerimiento .....	83
Tabla 49. Evaluación y Reevaluación de Proveedores .....	84
Tabla 50. Puntaje final del proveedor .....	85
Tabla 51. Puntaje de calificación .....	85
Tabla 52. Selección final de proveedor .....	85
Tabla 53. Procedimiento de recepción de materia prima .....	86
Tabla 54. Lista de verificación de Materia prima .....	87
Tabla 55. Tabla de relaciones de áreas.....	90
Tabla 56. Ponderación de factores .....	95
Tabla 57. Escala de Valorización de importancia .....	95
Tabla 58. Escala de valorización para la matriz de confrontación.....	95
Tabla 59. Matriz de confrontación de extrusoras .....	96
Tabla 60. Ficha técnica Extrusora a comprar .....	97
Tabla 61. Diseño de puesto de trabajo pesado e inspección de materia prima .....	98
Tabla 62. Instructivo para pesado e inspección de materia prima .....	99
Tabla 63. Diseño de puestos de trabajo para el área de Peletizado.....	100
Tabla 64. Instructivo para el peletizado de materia prima .....	101
Tabla 65. Formato de control del área de Peletizado .....	102
Tabla 66. Diseño de puesto de trabajo control de calidad.....	103
Tabla 67. Instructivo para el Peletizado de control de calidad.....	104
Tabla 68. Diseño de puesto de trabajo pesado de pellet y pesado de pigmento azul.....	105
Tabla 69. Instructivo para el pesado de pellets y pigmento azul.....	106
Tabla 70. Diseño de puestos de trabajo de la etapa de mezclado.....	107
Tabla 71. Instructivo para el Mezclado .....	108
Tabla 72. Diseño de puesto de trabajo extrusión .....	109
Tabla 73. Instructivo para la etapa de Extrusión .....	110
Tabla 74. Formato de control del área de extrusión.....	111
Tabla 75. Diseño de puesto de trabajo de pesado de producto terminado .....	112
Tabla 76. Instructivo para el Pesado de producto terminado, corte y sellado.....	113
Tabla 77. Sistema de Westinghouse- Calificación de Velocidad.....	114
Tabla 78. Cálculo del factor de calificación.....	115
Tabla 79. Cálculo del tiempo normal .....	115
Tabla 80. Suplementos de descanso .....	116
Tabla 81. Valorización de Suplementos.....	117
Tabla 82. Cálculo del tiempo estándar .....	118
Tabla 83. Resumen de tiempos estándar .....	118
Tabla 84. Indicadores de línea con propuesta .....	120
Tabla 85. Comparación de indicadores del balance de línea .....	121
Tabla 86. Capacitaciones para los colaboradores de AYC PLAST E.I.R.L .....	121
Tabla 87. Ficha formativa de capacitación 1.....	123
Tabla 88. Ficha formativa de capacitación 2.....	124
Tabla 89. Ficha formativa de capacitación 3.....	125
Tabla 90. Ficha formativa de capacitación 4.....	126
Tabla 91. Ficha formativa de capacitación 5.....	127
Tabla 92. Ficha formativa capacitación 6 .....	128

Tabla 93. Evaluación de participantes en las capacitaciones .....	129
Tabla 94. Diagrama de Gantt para propuesta de capacitación .....	130
Tabla 95. Cursograma analítico mejorado- Nuevos tiempos promedio.....	131
Tabla 96. Costo total de producción mejorada.....	137
Tabla 97. Comparación de indicadores .....	138
Tabla 98. Demanda proyectada.....	139
Tabla 99. Costo total en infraestructura .....	140
Tabla 100. Costos de acondicionamiento de planta .....	140
Tabla 101. Maquinaria y equipo. ....	141
Tabla 102. Equipos de protección personal .....	141
Tabla 103. Costo total de capacitaciones .....	142
Tabla 104. Gastos de instalación de maquinaria y modificación de la infraestructura.....	142
Tabla 105. Costo de transporte de maquina extrusora Lima-Chiclayo .....	142
Tabla 106. Pérdidas económicas por paradas.....	142
Tabla 107. Demanda proyectada de los próximos 5 años .....	143
Tabla 108. Ingresos Proyectados.....	143
Tabla 109. Costos de producción Proyectados.....	143
Tabla 110. Total, de ingresos .....	144
Tabla 111. Cálculo de TMAR (%) .....	144
Tabla 112. Gastos Financieros .....	145
Tabla 113. Flujo de Caja Proyectado .....	146
Tabla 114. Cuadro Resumen De Indicadores De Rentabilidad.....	147

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa en estudio.....	27
Figura 2. Organigrama de la empresa .....	28
Figura 3. Clasificación ABC .....	29
Figura 4. Pesado de Scrap .....	39
Figura 5. Peletizado de Scrap .....	40
Figura 6. Pesado de pellets y colorante .....	40
Figura 7. Máquina Mezcladora .....	41
Figura 8. Proceso de extrusión .....	42
Figura 9. Pesado de producto terminado .....	42
Figura 10. Cortado y sellado de Producto terminado.....	43
Figura 11. Producto terminado.....	43
Figura 12. Diagrama de bloques proceso de producción de mangas plásticas .....	45
Figura 13. Diagrama de Operaciones de Proceso Producción de Mangas Plásticas.....	47
Figura 14. Diagrama de Análisis de Proceso .....	48
Figura 15. Plano actual de la empresa AYC Plast E.I.R.L.....	51
Figura 16. Plano actual de recorrido - Mangas plásticas.....	52
Figura 17. Tendencia de la producción real de mangas plásticas año 2018.....	54
Figura 18. Material de ingreso .....	63
Figura 19. Material de ingreso .....	63
Figura 20. Diagrama de precedencia actual .....	72
Figura 21. Puesto de trabajo área de extrusión.....	73

Figura 22. Área de Paletizado y Pesado .....	74
Figura 23. Producto terminado y espacio de tucos.....	74
Figura 24. Materia Prima Acumulada .....	75
Figura 25. Desorden en la empresa .....	75
Figura 26. Especificaciones técnicas de Materia prima .....	81
Figura 27. Gráfico Relacional de Actividades .....	91
Figura 28. Diagrama de relaciones de las actividades .....	92
Figura 29. PLANO MEJORADO .....	93
Figura 30. Plano de recorrido-Mejorado .....	94
Figura 31. Diagrama de precedencia propuesto .....	119
Figura 32. Diagrama de operaciones de proceso mejorado .....	132
Figura 33. Diagrama de análisis del proceso-mejorado .....	133

## **ANEXOS**

Anexo 1. Encuesta para los operarios del área de producción .....	152
Anexo 2. Cotizaciones de maquinarias .....	153
Anexo 3. Sistema de suplementos por descanso .....	160
Anexo 4. Analizador de humedad de pellets .....	161
Anexo 5. Plancha Drywall .....	162
Anexo 6. Pronóstico de la demanda de mangas plásticas de 40 pulgadas .....	163

## I. INTRODUCCIÓN

La industria plástica ha registrado un crecimiento constante en su producción, por lo que día a día se evalúa más la opción de sustituir partes de manufactura tradicional por elementos fabricados de plástico en industrias como la automotriz, de salud, del sector construcción, en envases y embalajes, sector agrícola, en la industria electrónica y electrodoméstica, entre muchas otras. El ranking de los continentes que dominan la producción de este sector tenemos a Asia con un 49%, seguida de Europa 19% y Norteamérica 18%. Por ello se considera un área de oportunidad para Latinoamérica y México [1]. El mundo produce aproximadamente 300 millones de toneladas de residuos plásticos cada año y actualmente solo 14% se recolecta para el reciclaje y de todos los desechos plásticos que se han producido en nuestra historia, solo un 9% se ha reciclado. [2]

En la búsqueda de mejorar la competitividad de diversas empresas del sector, se ha encontrado una oportunidad para estas con el uso de plástico reciclado como materia prima, ello con la finalidad de transformarlos en plásticos tanto rígidos como flexibles; ya que estos productos han logrado un posicionamiento en el mercado debido a que han demostrado durabilidad y calidad, desplazando empaques elaborados de vidrio y metal. Esta industria del plástico genera ventas por más de 22 billones de dólares al año y su valor de mercado es de 33 mil millones de dólares. Si hablamos de México, la industria del plástico está en pleno crecimiento. En 2015 la producción se incrementó en 7,7% y para los próximos años se espera un crecimiento anual superior al 6%.

En los últimos años, la producción de productos plásticos en el Perú ha tenido un importante crecimiento, con tasas por encima del 5% (en el año 2000 creció al 6,6%), debido a la variedad de usos que se le puede dar un producto industrial, en diferentes sectores económicos. Según la Sociedad Nacional de Industrias, los productos plásticos registraron un comportamiento fluctuante, con crecimientos significativos en el 2007 (10,9%) y 2010 (19,1%), y con reducciones productivas en 2009 (-3,9%) y 2012 (-0,8%). A noviembre de 2013, la industria de plásticos ha registrado un incremento de 7,6%, asociado al mayor consumo de polietileno, poliestireno y plastificantes. [3]

El Ministerio del Ambiente (MINAM), en el año 2018 promueve la reducción del consumo de bolsas plásticas en el Perú, y propone que la producción de envases de plástico debe incluir como mínimo el 20% del plástico reciclado. [4]

En el departamento de Lambayeque se encuentra ubicada la pyme AYC PLAST, esta pequeña empresa nació en el año 2014 como un negocio familiar dedicado a la fabricación y comercialización de una gran variedad de productos plásticos a base de polietileno reciclado. Actualmente se encuentra ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, específicamente en la Calle. Henry Francois # 298 – fundo Santa María J.L. Ortiz.

El principal problema que tiene la empresa es que no logra satisfacer a sus clientes con los requerimientos de sus pedidos, debido a diversas causas entre las cuales encontramos la falta de evaluación de sus proveedores de materia prima e insumos; la ausencia de métodos de trabajo estandarizados; el inadecuado ambiente, puestos de trabajo y distribución de planta de la empresa; las restricciones presentes en el proceso productivo; así como la falta de capacitación de su personal. Es por ello que se planteó la siguiente interrogante: ¿En qué medida la mejora del proceso productivo en la empresa AYC PLAST E. I. R. L incrementará el nivel de servicio?

Ante lo expuesto se planteó como objetivo general elaborar una propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa A&C PLAST E.I.R.L para incrementar el nivel de servicio. Así mismo se plantearon objetivos específicos que ayuden al logro de este proyecto: Diagnosticar la situación actual del proceso productivo en la empresa A&C PLAST E.I.R.L. determinando los indicadores de producción y productividad, elaborar una propuesta de mejora en el proceso productivo, de manera que contribuya a incrementar el nivel de servicio y finalmente realizar un análisis costo – beneficio de la propuesta.

La elaboración de esta propuesta de mejora se dirige a que la organización logre el incremento de la producción, el incremento del nivel de servicio, así mismo tenga un personal capacitado que reduzca las variaciones de trabajo. Los mecanismos que se llevarán a cabo en esta investigación se podrían estudiar y aplicar en empresas similares, para que estas logren ser competitivas y tengan una oportunidad en el mercado, ya que toda empresa es fuente de trabajo para la sociedad. Como estudiante esta investigación me permitirá aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera profesional, mediante la aplicación de herramientas de la ingeniería industrial.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Carreón *et al.* (2016) [5] en su investigación sobre el **“Incremento de la eficiencia de una línea productiva basada en herramientas de Manufactura Esbelta”**, tiene como objetivo principal la aplicación de ciertas herramientas de Lean Manufacturing para aumentar la eficiencia de la línea de producción de Dendreon en la empresa Lake Region Medical (LRM) dedicada a la fabricación de productos médicos. El enfoque está en la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios y el manejo de materiales, que consiste en un sistema o combinación de métodos, instalaciones, mano de obra y equipamiento para transporte, embalaje y almacenamiento, de acuerdo con las metas establecidas. La técnica de recolección de información será la toma de tiempos antes y después de los cambios sugeridos, siendo la principal fuente de información, ya que la reducción de tiempos pretendida ayudará a aumentar la eficiencia en el sistema productivo, los cambios de layout y las reducciones de tiempo desarrolladas. La metodología que emplea consiste en balancear la línea de producción mediante el estudio de tiempos y el trabajo estándar equilibrándolos al ritmo del takt time. Los resultados muestran que se disminuye de seis operadores a cuatro operadores, además de que la productividad aumento 161% en los tres turnos aumentando el 53.66% la productividad por turno.

Según L. Alanaís *et al.* (2015) [6] en su investigación realizada sobre **“La capacitación y la motivación laboral como factor de importancia para el logro de objetivos organizacionales”**, presenta algunos de los problemas que se manifestaron por los trabajadores de Industrias Lancermex S.A. durante la investigación y que en su mayoría son: la mala comunicación, el liderazgo, motivación y el trabajo en equipo. Partiendo de la misión, visión, valores y objetivos, así como de los valores se pudo ver una deficiencia dentro de la organización, ya que no se cumplían las expectativas de los clientes, tanto en las entregas en tiempo, así como la calidad del producto. El objetivo general de esta investigación fue determinar las necesidades de capacitación en los diferentes departamentos de la empresa. Para ello se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, es decir se utilizó una encuesta sobre las necesidades de entrenamiento en la empresa manufacturera y después se procedió a proporcionar capacitación a los niveles directivos, personal de confianza y sindicalizados con la finalidad de analizar si realmente funciona o no la implementación de programas de capacitación para lograr los objetivos. Una vez que se implementó el programa de capacitación

se tuvo como resultados: la reducción de rotación a rotación a 1.5 %, reducción de ausentismo laboral a 2 %, reducción total de tiempos improductivos, reducción de Scrap de 970,000 a 150. Dlls, se elimina el segundo turno como consecuencia de la reducción de tiempo extra, se eliminan las quejas de cliente y se elevan las ventas por la conquista de nuevos mercados.

P.Kulkarni, S.Kshire and K.Chandrate [7], in their research on "**Improving productivity through the deployment of lean and work study methods**"; Productivity has generally been defined as the ratio of a degree of production to the unit of all the resources used to produce this output. Productivity has to do with the efficiency, with which people and with the different resources used to manufacture parts and services. The objective of this document is to present an overview of a new combined methodology for the efficient improvement of productivity with the help of various work study methods associated with Lean Manufacturing Principles & Tools. The tight manufacturing tools are one of the most influential and effective methodologies for waste disposal (MUDA), quality control and overall performance improvement of any machine, system or process in any industry with the full guarantee of large margins annual earnings. This prescriptive document proposes genuine solutions and concepts for the implementation of work study methods and the implementation of the associated inclination manufacturing tools in any company or industry, covering the technical, engineering and manufacturing aspects, as well as business etiquette issues. Lean Manufacturing together with Work Study Methods, being the most sophisticated and extensive area of studies, has a great scope for the implementation and deployment of its own concepts.

P. Kulkarni, S. Kshire y K. Chandrate [7], en su investigación sobre la "**Mejora de la productividad a través del despliegue de lean y métodos de estudio de trabajo**"; La productividad se ha definido generalmente como la relación de un grado de producción a la unidad de todos los recursos utilizados para producir esta salida. La productividad tiene que ver con la eficacia, con la que las personas y con los diferentes recursos utilizados para fabricar partes y servicios. El objetivo de este documento es presentar una visión general de una nueva metodología combinada para la mejora eficiente de la productividad con la ayuda de varios métodos de estudio de trabajo asociados con Lean Manufacturing Principles & Tools. Las herramientas de fabricación ajustada son una de las metodologías más influyentes y efectivas para la eliminación de desechos (MUDA), el control de la calidad y la mejora general rendimiento de cualquier máquina, sistema o proceso en cualquier industria con la garantía completa de grandes márgenes anuales de ganancias. Este documento preceptivo propone

soluciones y conceptos genuinos para la implementación de métodos de estudio de trabajo y la implementación de la inclinación asociada herramientas de fabricación en cualquier empresa o industria, cubriendo los aspectos técnicos, de ingeniería y fabricación, así como asuntos de etiqueta de negocios. Lean Manufacturing junto con Work Study Methods, siendo el área de estudios más sofisticada y extensa tiene un gran alcance para la implementación y el despliegue de sus propios conceptos.

W.Wiyaratn, and A. Watanapa [8] , in their research on "**Improving the design of the plant using systematic design planning (SLP) to increase productivity**", the objective of this research is to study the design of the plant of the Iron fabrication based on systematic design planning. Theory of patterns (SLP) for greater productivity. The amount of equipment and tools in the production of iron is studied, in addition the distribution of the plant is studied in detail, as the graph of the operation process. The flow of material and activity relationship table has been investigated. The new design of the plant has been designed and compared with the current plant design. The SLP method showed that the new plant design significantly decreases the distance of the flow of material from the iron cutting process to the storage According to the analysis, the 10 mm billet, the distance of 227.61m to 190.08m was reduced, as for the billet with sizes 16, 20mm in the new design of the plant, the distance for the distance for the movement of materials it was 187.80 m, reduced from 211.23 m. Finally, there was a decreased flow of material, resulting in an increase in production.

W.Wiyaratn, and A. Watanapa [8], in their research "**utilizando la planificación sistemática del diseño (SLP) para aumentar la productividad**", el objetivo de esta investigación es estudiar el diseño de la planta de la fabricación de hierro basada en la planificación sistemática del diseño. Teoría de patrones (SLP) para mayor productividad. Se estudia la cantidad de equipos y herramientas en la producción de hierro, además se estudia detalladamente la distribución de la planta, como el gráfico del proceso de operación. Se ha investigado el flujo de material y tabla de relación de actividad. El nuevo diseño de la planta ha sido diseñado y comparado con el diseño de planta actual. El método SLP mostró que el nuevo diseño de planta disminuye significativamente la distancia del flujo de material desde el proceso de corte de hierro hasta el almacén. Acorde con el análisis, la palanquilla de 10 mm, se redujo la distancia de 227.61m a 190.08 m, en cuanto a la palanquilla con tamaños 16, 20 mm en el nuevo diseño de la planta, la distancia para la distancia para el movimiento de materiales fue de 187.80 m, reducido de 211.23 m. Por último, se tuvo un flujo disminuido de material, resultando ello en un aumento de producción.

Marmolejo *et al.* [9], en su investigación sobre el **“Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones”**. En este estudio la empresa presenta un 14% de tiempos perdidos en la línea de producción del área de importado, contaminación visual por el desorden que se presenta en el área y pérdidas monetarias que se cuantifica \$30,582.022 n en por año. Esto se relaciona con falta de controles y estándares que faciliten la labor y garanticen la calidad de los productos y los procesos. Se tiene como objetivo general de este estudio, diseñar e implementar un plan de acción de mejora continua mediante las herramientas de la Manufactura Esbelta, que incluyó 5’S y control visual, con el fin de disminuir y/o eliminar los tiempos perdidos.

La metodología abarco indagar el estado del arte, diagnosticar el estado actual, diseñar e implementar el plan de acción y la documentación requerida, y finalmente la medir la efectividad.

Para el diseño e implementación del Plan de acción, el equipo de mejora elaboró los procedimientos de trabajo general y los requeridos para cada etapa y se diseñaron: el diagrama de flujo para clasificación, el formato de tarjeta roja, la lista de elementos innecesarios y una lista de chequeo. Incluyó 14 actividades generales con objetivos concretos vinculados con la eliminación de las causas detectadas. Estas actividades se relacionaron con las necesidades de capacitación y se vincularon con las fases de las 5’s y el control visual.

Como resultado de la implementación, se rediseñaron los puestos y el área de trabajo organizándose las celdas de trabajo con flujo hacía delante, eliminándose los retrocesos, los transportes innecesarios y las causas generadoras de desperdicios, se redujo el número de actividades a desarrollar de 21 a 9 actividades. Esto impactó en: el tiempo de ciclo, el % de tiempo de las actividades que no agregan valor y representó en costos un ahorro de \$25.916.485/lote.

## **2.2. Base teórica científicas**

### **2.2.1. Producción**

Heizer y Render [10] fundamentan que la producción se relaciona con la creación de bienes y servicios a través de la transformación de insumos en salidas. En las empresas de manufactura o industriales las actividades productivas que crean bienes son bastante obvias, es decir que en ellas podemos ver la creación de un producto tangible. Por otro lado, tenemos las empresas que no producen productos tangibles y por ende su función puede ser menos obvia.

### **2.2.2. Industria Plástica**

La industria plástica en la búsqueda de mejorar la competitividad de diversas empresas del sector, se ha encontrado una oportunidad para estas con el uso de plástico reciclado como materia prima, ello con la finalidad de transformarlos en plásticos tanto rígidos como flexibles. La producción de productos plásticos en el Perú ha tenido un importante crecimiento, con tasas por encima del 5% (en el año 2000 creció al 6,6%), debido a la variedad de usos que se le puede dar un producto industrial, en diferentes sectores económicos.

### **2.2.3. Nivel de Servicio**

Aguilar Santamaría, P. [11] Al nivel de servicio se le conoce como el número de unidades que pueden suministrarse de las existencias actualmente disponibles. Es decir, hace referencia a la cantidad de recursos invertidos por la organización para alcanzar un desarrollo adecuado del servicio y, a través de éste, lograr un buen nivel de interacción con el cliente. El nivel de servicio significa tener la cantidad justa que se espera que el cliente requiera.

### **2.2.4. Productividad**

Según Heizer y Render [10] explican que la productividad es la relación entre la producción e insumo. Es decir, guarda una estrecha relación entre lo que sale y lo que entra, o la relación entre lo que se obtiene y los recursos utilizados para obtenerlo. Tenemos que el principal motivo de estudio de la productividad en las empresas es encontrar las causas que la deterioran y establecer las bases para incrementarla. Además, se conoce como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. La productividad puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Recursos\ logrados}{Recursos\ empleados} \dots\dots\dots Ec.(1)$$

### 2.2.5. Indicadores de productividad

M.Arrollo [12] , en sus apuntes de estudio nos brinda los conceptos básicos de indicadores de productividad, como los que se mencionan a continuación

- **Capacidad**

Se denomina capacidad a la cantidad de unidades que puede producirse, almacenarse o recibirse en un tiempo determinado. El abastecimiento de la demanda, inacción de la planta industrial y la mayoría de los costos fijos se establecen partir de la capacidad. Se distinguen dos tipos de capacidades, estas son:

- a) **Capacidad proyectada:** Es la máxima cantidad que se puede llegar a producir en un tiempo determinado.

$$Capacidad\ diseñada = \frac{Produccion\ Real}{Utilizacion} \quad Ec.(2)$$

- b) **Capacidad efectiva o real:** Es el número de unidades que una empresa espera obtener, asumiendo la presencia de factores que limiten su actividad productiva.

$$Capacidad\ efectiva = \frac{Produccion\ Real}{Eficiencia} \quad Ec.(3)$$

- c) **Utilización:** Es el porcentaje que se está utilizando de la capacidad diseñada.

$$Utilizacion = \frac{Produccion\ Real}{Capacidad\ proyectada} \quad Ec.(4)$$

- d) **Eficiencia:** Es el porcentaje de la capacidad relativa que alcanza la actual producción de una planta industrial.

$$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Utilización} \quad Ec.(5)$$

## **2.2.6. Herramientas De Análisis De Procesos**

### **2.1.6.1 Clasificación ABC**

Fucci [13], señala que para la administración de un inventario fundamenta que para la administración de un inventario es necesario clasificar los artículos que representan mayor parte del valor, midiéndose su uso en dinero y si justifican su inmovilización monetaria. El gráfico **ABC** (o regla del 80/20 o ley del menos significativo) es una herramienta que permite visualizar esta relación y determinar, en forma simple, cuáles artículos son de mayor valor, optimizando así la administración de los recursos de inventario y permitiendo tomas de decisiones más eficientes. Según este método, se clasifican los artículos en clases, generalmente en tres (A, B o C), permitiendo dar un orden de prioridades a los distintos productos:

ARTICULOS A: Los más importantes a los efectos del control.

ARTICULOS B: Aquellos artículos de importancia secundaria.

ARTICULOS C: Los de importancia reducida.

El método o gráfico ABC puede ser aplicado a: Las ventas de la empresa y los clientes con los que se efectúan las mismas (optimización de pedidos), el valor de los stocks y el número de ítems de los almacenes y sus costos de los componentes.




### **2.1.6.2 Diagramas De Procesos De Producción**

R. García [14] menciona en la descripción de su libro que los diagramas son herramientas gráficas que siguen una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento; estos son identificados mediante símbolos de acuerdo a su naturaleza.

#### **a) Diagrama de Operaciones del Proceso DOP**

Es un esquema gráfico de los puntos en los que se incluyen materiales dentro del proceso y del orden de inspecciones y operaciones. El objetivo de este diagrama es proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso, estudiar las operaciones e inspecciones en relación de unas con otras dentro del mismo proceso, así mismo ayuda a mejorar la disposición del flujo de materiales, e idéntica los inputs y outputs.

Tabla 1. Simbología del DOP

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<b>Operación</b>		Se usa cuando las características físicas de un objeto se modifican, es decir se produce o realiza algo.
<b>Inspección</b>		Se examina el objeto para verificar calidad o cantidad
<b>Combinada</b>		Indica actividades unidas por el mismo operario o en el mismo punto de trabajo






Fuente: R.García [10]

### b) Diagrama de Análisis de Proceso DAP

Es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Además, en este se incluye información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. (Ver Tabla 2)

El propósito principal de los diagramas de análisis de proceso es proporcionar una imagen clara de la secuencia del proceso, la mejora de la distribución de los locales y el manejo de los materiales.

Tabla 2. Simbología del DAP

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<b>Operación</b>		Se produce o se realiza algo.
<b>Transporte</b>		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
<b>Inspección</b>		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
<b>Demora</b>		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
<b>Almacenaje</b>		Se guarda o se protege el producto o los materiales.

Fuente: R.García [10]

### 2.1.6.3 ESTUDIO DE TIEMPOS- GENERAL ELECTRIC

B.Niebel y A. Freivalds [15] , El estudio de tiempos es una técnica usada para la medición del trabajo y es usada para registrar tiempos y ritmos del trabajo, correspondientes a una actividad o tarea definida, en condiciones determinadas, se realiza con la finalidad de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución. General Electric Company estableció los siguientes valores para las mediciones en base a los tiempos de cada actividad.

*Tabla 3. Registro de lecturas de cronómetro*

<b>Tiempo ciclo en minutos</b>	<b>Número recomendado de ciclos</b>
<b>0,10</b>	200
<b>0,25</b>	100
<b>0,50</b>	60
<b>0,75</b>	40
<b>1,00</b>	30
<b>2,00</b>	20
<b>2,00-5,00</b>	15
<b>5,00-10,00</b>	10
<b>10,00-20,00</b>	8
<b>20,00-40,00</b>	5
<b>40,00 o más</b>	3

*Fuente: B.Nievel y A. Freivalds*

### 2.1.6.4 5WH

Progressa Lean [16], menciona que la herramienta 5WH permite definir cuál es el problema y no la solución, con lo que se facilita la focalización sobre las causas de un problema. La metodología **5W+1H**, proviene de las siete palabras en inglés que se describen a continuación:

- What / ¿Qué? Se trata de dar una descripción del problema que se está presentando.
- When / ¿Cuándo? ¿Cuándo estamos viendo el problema? ¿En qué momento del día y/o del proceso en cuestión?
- Where / ¿Dónde? ¿Dónde estamos viendo los problemas? (Línea / Máquina / Lugar); ¿En qué parte/lugar del producto/proceso estamos viendo el problema?
- Who / ¿Quién? ¿A quién le sucede? ¿El problema está relacionado con las habilidades de las personas?
- Why / ¿Por qué? ¿Por qué sucede el problema?

- How / ¿Cómo? ¿Cómo se diferencia el problema del estado normal (óptimo)? ¿La tendencia en la que aparece el problema es aleatoria o sigue un patrón?

### **2.2.7. Matriz de Priorización de factores**

J. Vilar, J. Gómez, M. Tejero [17], en su libro nos dicen que esta herramienta se utiliza para establecer prioridades en tareas, actividades o temas en base a criterios de ponderación conocidos. Utiliza una combinación de dos técnicas (diagrama árbol y matricial) reduciendo las opciones posibles a aquellas más eficaces y deseables.

### **2.2.8. Herramientas de Mejora de Procesos**

#### **2.1.8.1 Procedimientos operativos estandarizados**

Según Eugenia Vivanco [18]. Un procedimiento operativo es una herramienta o documento que facilita el control de los procesos, este documento señala las instrucciones a realizar en un determinado proceso de trabajo. Estos documentos ayudaran a la formación del personal nuevo y además facilitará la estandarización de las actividades.

#### **2.1.8.2 Distribución de Planta**

D. de la fuente y I. Fernández [19]. La distribución en planta se basa en el orden físico de los elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución de áreas y ubicación de cada departamento. Tiene como objetivo que la disposición de las áreas de trabajo sea eficiente y que contribuya satisfactoriamente a la consecución de fines fijados por la empresa. En este caso se tendrá en cuenta la redistribución de las áreas de trabajo.

- **Método de SLP**

P. Ortega y A. Gamez [20], El método SLP, permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. Consta de un análisis del recorrido del producto para tener un conocimiento claro de las dinámicas de trabajo en las diversas áreas desde el inicio hasta finalizar el proceso, luego tenemos la relación entre actividades que permite analizar el nivel de proximidad entre unas áreas, por otro lado, en el diagrama de relaciones, es la traducción de la matriz doblada, logrando convertir la codificación del paso anterior en un resultado más visual y finalmente se tiene un diagrama de relación espacial, que se realiza mediante el uso de toda la información

recolectada en las etapas anteriores, sumado el análisis del sitio para diseñar el bosquejo de distribución.

*Tabla 4. Código de Relaciones de Proximidad*

<b>Código</b>	<b>Relación de Proximidad</b>	<b>Representación</b>
<b>A</b>	Absolutamente Necesaria	4 líneas
<b>E</b>	Especialmente Importante	3 líneas
<b>I</b>	Importante	2 líneas
<b>O</b>	Importancia Ordinaria	Ninguna Línea
<b>U</b>	Indeseable	Doble Línea Zig Zag

### **2.1.8.3 Diseño de puestos de trabajo**

Jose Luis Torres y Olga Jaramillo [21]. El diseño del puesto de trabajo es el proceso mediante el cual se definen las actividades laborales, responsabilidades y la autoridad de cada puesto. Cabe señalar que esto puede impactar de manera positiva en el rendimiento, eficacia y relación interpersonal, en casos extremos de no darle la debida atención estas pueden causar daños mentales y físicos. La mayoría de las organizaciones pequeñas y medianas, consideran el diseño de cargos como sólo una enumeración de tareas o funciones que deben ser cumplidas y no como fuente de satisfacción para las personas. El desafío actual yace en considerarlo como un proceso dinámico y alineado a una plataforma para conseguir bienestar en las organizaciones y mejorar la calidad de vida de las personas que hacen parte de ellas.

Para el diseño de puesto de trabajo, se consideraron los siguientes factores:

- **Puesto:** Descripción del puesto involucrado.
- **Operarios:** Cantidad de operarios designados para el puesto.
- **Máquinas:** Cantidad y qué máquinas son necesarias para el desarrollo correcto del puesto de trabajo.
- **Herramientas del puesto:** Cantidad y qué herramientas son necesarias para el desarrollo del puesto de trabajo.

- **Horario de trabajo propuesto:** Describe, según las características de la empresa, qué horario de trabajo sería el ideal, incluye turnos y horas.
- **Pausas y comidas propuestas:** Describe las pausas presentes en el turno de trabajo ya sea para descanso, almuerzo, servicios higiénicos, entre otros.
- **Perfil de trabajador:** Describe el perfil necesario de un operario para su correcto desempeño dentro del puesto de trabajo.
- **Mobiliario y otros del área:** Describe que mobiliario será necesario en el puesto de trabajo.
- **Disposiciones en SST:** Describe de manera general las principales disposiciones y requerimientos para un trabajo que no atente contra la seguridad y salud de los trabajadores.
- **Instructivos de trabajo:** Anexa los códigos de los instructivos necesarios para el correcto desempeño de las tareas dentro del puesto de trabajo.

A continuación, se presentan los diseños de puestos de trabajos propuestos por el autor de la presente investigación como mejora a las condiciones descritas en la situación actual

#### 2.1.8.4 Balance de líneas

Según García [14]. Dentro de una línea de producción las actividades o tareas se deben repartir equitativamente de manera que los recursos sean utilizados eficiente a lo largo del proceso. El equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de puestos de trabajo, dónde se realizarán un conjunto de actividades de modo que la carga de trabajo se equilibre a un tiempo de ciclo. Se podrá decir que la cadena está bien equilibrada cuando se eliminen las esperas de una estación a otra. A continuación, se menciona los pasos para el balance de líneas:

1. Identificar las actividades a realizarse en el proceso productivo.
2. Establecer el tiempo necesario para desarrollar cada actividad.
3. Detallar cuales son los recursos necesarios durante el proceso

Cabe señalar que el balance de líneas tiene dos propósitos:

- Obtener el ritmo deseado de producción con el mínimo personal disponible.
- Repartir el trabajo de manera equitativa entre el personal necesario.

Para realizar el balance de líneas se propone el uso de las siguientes variables con sus respectivas fórmulas:

Tabla 5. Variables y fórmulas del balance de líneas

VARIABLE	FÓRMULA
Mínuto total del operario	$\sum$ (minutos x operario)
Ciclo de control	$Min >$
# de operarios	$\sum op$
Total, minutos por línea	$Ciclo\ de\ control\ x\ \#op$
% balance	$\frac{Min\ total\ del\ op}{Total\ min\ por\ línea} \times 100$
Unidades/hora	$\frac{60\ minutos}{Ciclo\ de\ control}$
Unidades/turno	$\frac{Unidades}{Hora} \times \frac{Hora}{Turno}$
Costo x Unidad	$\frac{(\#op) \times (Sueldo\ día)}{\frac{Unidades}{Turno}}$

Fuente: R. García [13]

Para el cálculo del tiempo muerto de la línea se tendrán en cuenta todos los tiempos ociosos de las estaciones de trabajo.

$$\text{Tiempo muerto} = kc - \sum ti \dots\dots \text{Ec. (6)}$$

k= Número de estaciones

c= Ciclo o cuello de botella

ti: Tiempo de operación de cada estación de trabajo

Para el cálculo de la eficiencia de línea (E) se usa:

$$E = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas}}{\text{Número de estaciones de trabajo}(N) * \text{Tiempo ciclo}} \dots \text{Ec. (7)}$$

### 2.1.8.5 Plan de capacitación

La escuela de organización industrial [22] menciona que la capacitación, adquiere un carácter estratégico, en el cual el empleado desarrolla habilidades, conocimientos y tiene mayor perspectiva frente a la organización o empresa dónde labora. La capacitación promueve la integración del trabajador en su puesto en la organización, así mismo incrementa su eficiencia y su progreso personal.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

##### 3.1.1. La Empresa

La empresa A&C Plast E.I.R.L., nació hace 3 años como un negocio familiar dedicado a la fabricación y comercialización de una gran variedad de productos plásticos a base de polietileno de baja densidad reciclado.

Actualmente la empresa se encuentra ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, específicamente en la Calle. Henry Francios # 298 – fundo Santa María J.L. Ortiz) y cuenta con un área total de 642 m<sup>2</sup>, donde se distribuyen las áreas administrativas, de producción y de almacenamiento. El área de producción está dividida en 2 líneas, una se basa en producción de pellets y la otra realiza el producto plástico (manga plástica o manguera de regadío) mediante el proceso de extrusión, para ello se emplea 1 máquina peletizadora, 1 mezcladora y 2 extrusoras de diversas dimensiones.

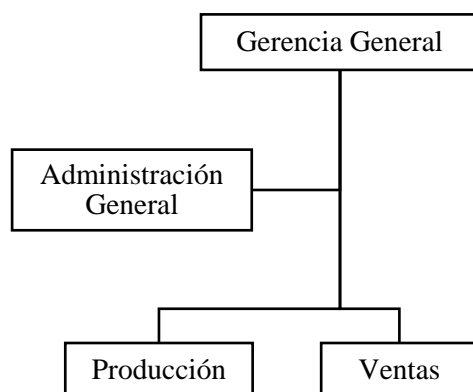
A&C Plast pertenece al sector manufacturero y busca satisfacer la demanda de sus productos a nivel local, regional y nacional. Estos productos son comercializados en distintas ciudades del país, tales como Lima, Trujillo, Tarapoto, Nueva Cajamarca, Jaén, Piura, etc.



*Figura 1. Ubicación de la empresa en estudio*

*Fuente: Google Maps*

En la siguiente figura, se puede observar la jerarquía organizacional general de A&C Plast, en donde se tiene como áreas de mando la Gerencia General, que se encarga de ser el responsable legal de la empresa y se encarga de coordinar con las oficinas administrativas para asegurar que los documentos y registros se estén ejecutándose de manera correcta.



*Figura 2. Organigrama de la empresa  
Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

Por otro lado, tenemos al administrador general que al igual que la gerente general autoriza y toma decisiones, la diferencia es que este se encuentra con mayor frecuencia en la empresa. Finalmente tenemos al área de producción, que está conformada por 12 operarios, y al área de ventas que es la que se encarga de recepcionar los pedidos, y estar pendiente de las compras de materia prima según requerimiento del mercado, etc.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO**

#### **3.2.1. Productos**

##### **a. Producto principal**

La empresa A&C Plast, cuenta con una gran variedad de productos segmentados en 2 familias (mangas plásticas y mangueras de regadío), Ver Tabla 6.

*Tabla 6. Familia de Productos*

<b>MANGAS PLÁSTICAS</b>	26 pulg	50 Pulg
	31 Pulg	60 Pulg
	40 Pulg	80 Pulg
<b>MANGUERAS DE REGADÍO</b>	4 Pulg	12 Pulg
	5Pulg	14 Pulg
	6 Pulg	16 Pulg
	7 Pulg	18 Pulg
	8 Pulg	20 Pulg
	10 Pulg	22 Pulg

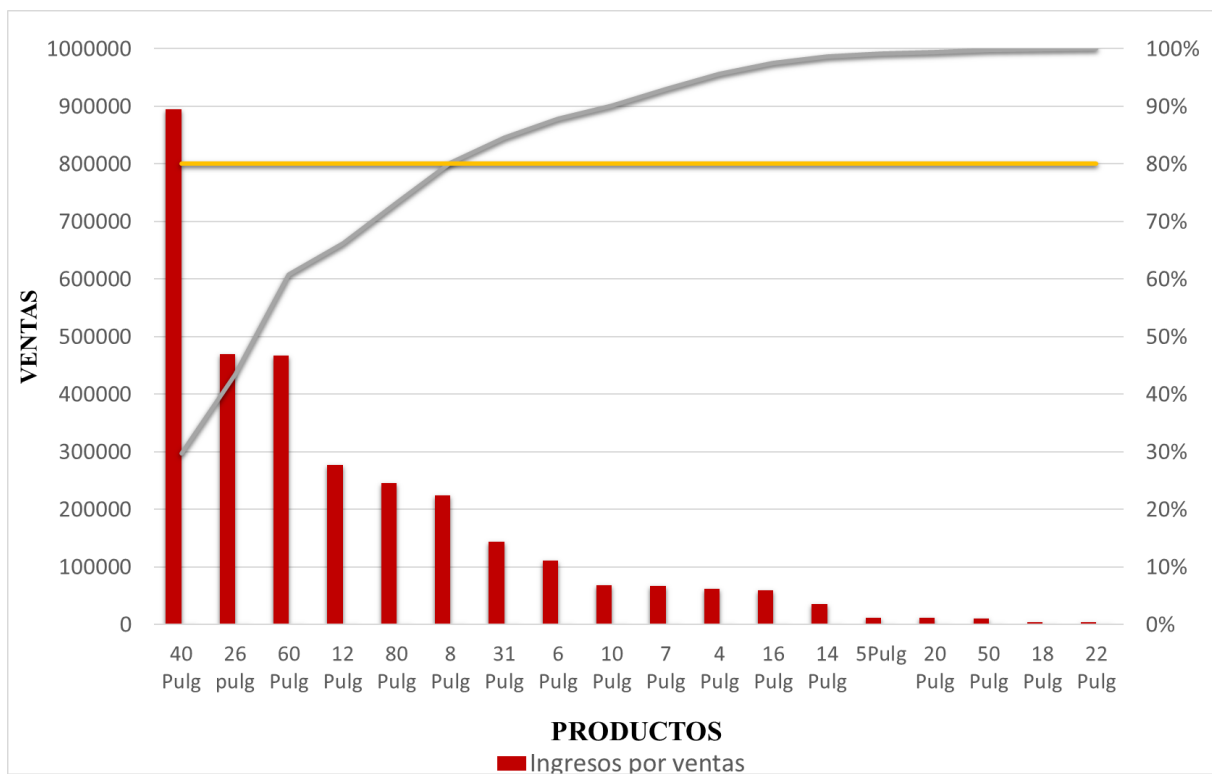
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

Se utilizó la metodología de Pareto – Clasificación ABC, para visualizar cuáles artículos son de mayor valor, permitiendo identificar el objeto de estudio más eficiente para dónde se demuestra que las mangas plásticas generan la mayor cantidad de ingresos en la empresa durante el año 2018. En la Tabla 7, se muestra el rango de la clasificación.

*Tabla 7. Rango de Clasificación*

<b>0%-80%</b>	<b>A</b>
<b>81%-94%</b>	<b>B</b>
<b>95%-100%</b>	<b>C</b>

En la Figura 3, se muestra el gráfico de Pareto en dónde se puede evidenciar lo antes mencionado, las mangas plásticas de 40 pulgadas generan mayores ingresos.



*Figura 3. Clasificación ABC*

Tabla 8. Clasificación ABC- Pareto

N° Tipo De Producto	Productos	Kg/Unidad	Ingresos Por Ventas	Porcentaje	Porcentaje Acumulado	80%-20%	Clasificación
Mangas plásticas	40 Pulg	218 188,63	S/ 895 147,28	28%	28%	80%	A
	26 pulg	112 462,14	S/ 469 665,22	15%	43%	80%	
	60 Pulg	114 043,04	S/ 467 621,62	15%	58%	80%	
Manguera de regadío	12 Pulg	41 929,80	S/ 277 239,53	9%	67%	80%	B
Mangas plásticas	80 Pulg	54 740,03	S/ 246 192,32	8%	74%	80%	
Manguera de regadío	8 Pulg	53 057,89	S/ 224 585,05	7%	81%	80%	
Mangas plásticas	31 Pulg	35 880,95	S/ 144 248,58	5%	86%	80%	B
Manguera de regadío	6 Pulg	26 568,43	S/ 111 499,55	4%	89%	80%	
	10 Pulg	16 615,85	S/ 68 001,62	2%	92%	80%	
	7 Pulg	16 572,75	S/ 67 518,61	2%	94%	80%	
Manguera de regadío	4 Pulg	14 973,50	S/ 61 988,78	2%	96%	80%	C
	16 Pulg	15 377,75	S/ 58 818,55	2%	98%	80%	
	14 Pulg	8 415,45	S/ 35 775,86	1%	99%	80%	
Mangas plásticas	5 Pulg	3 013,00	S/ 12 142,39	0%	99%	80%	C
	20 Pulg	2 688,55	S/ 11 191,09	0%	99%	80%	
	50 Pulg	2 465,55	S/ 10 047,12	0%	100%	80%	
Manguera de regadío	18 Pulg	1 171,30	S/ 4 699,84	0%	100%	80%	C
	22 Pulg	865,90	S/ 3 680,08	0%	100%	80%	
<b>Total</b>		739 030,51	S/3 170 063	100%			

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

Finalizado el análisis ABC, se ha decidido tomar como objeto de estudio a las mangas plásticas de 40 pulgadas debido a su aporte económico para la empresa. Así mismo es importante señalar que todos los productos pasan por un proceso de transformación igual, y la mejora que se realice en este producto repercutirá en los otros productos de clasificación A, de manera favorable.

- **Manga Plástica De 40 Pulgadas**

Los productos están compuestos por polietileno recuperado, pigmento azul y dióxido de titanio R-903, todo ello mediante el proceso de extrusión. En la Tabla 9, se muestra la ficha técnica de las mangas plásticas en donde se muestran los atributos tangibles que este producto tiene.

*Tabla 9. Ficha técnica de las mangas plásticas*

<b>FICHA TÉCNICA DE LAS MANGAS PLÁSTICAS</b>			
FÍSICOS	Composición	Polietileno Recuperado, pigmento azul y dióxido de titanio R-903	
	Cualidades - Organolépticas	<b>COLOR</b>	Azul
ATRIBUTOS TANGIBLES	Tamaño	<b>Ancho:</b> 26 pulg, 31 Pulg, 40 Pulg, 50 Pulg, 60 Pulg, 80 Pulg. <b>Largo:</b> 150 cm <b>Altura:</b> 65 cm	
	FUNCIONALES	Mangas Plásticas transparentes	
Embalaje		 <p>Este envase cumple con la función de proteger al producto ya embalado</p>	
	Diseño	Práctico y multiuso	




*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

**b. Subproductos**

Como parte de los productos que ofrece la empresa AYC PLAST E.I.R.L. tenemos a las mangueras de regadío que son muy requeridas para el sector agrícola, las cuales son producidas a pedido y representan menor participación con respecto a las ventas de la empresa. Estas son compuestas por los mismos materiales de las mangas plásticas, sólo con la diferencia de que los diámetros de estas son menores y el espesor del producto es mayor. En la **Tabla 10**, se muestra la ficha técnica de las mangueras de regadío en donde se muestran los atributos físicos y funcionales del producto.

Tabla 10. Ficha técnica de las mangueras de regadío

<b>FICHA TÉCNICA DE LAS MANGUERAS DE REGADÍO</b>			
FÍSICOS	Composición	Poliétileno Recuperado, pigmento azul y dióxido de titanio R-903	
	Cualidades - Organolépticas	<b>COLOR</b>	Negro
ATRIBUTOS TANGIBLES	Tamaño	<b>Ancho:</b> 4 Pulg, 5 Pulg, 6 Pulg, 7 Pulg, 8 Pulg, 10 Pulg, 12 Pulg, 14 Pulg, 16 Pulg, 18 Pul, 20 Pulg, 22 Pulg.	
		Manga Plástica transparente o azul	
FUNCIONALES	Embalaje		
		Este envase cumple con la función de proteger al producto ya embalado	
	Diseño	Práctico y de uso agrícola	



Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### c. Desechos

Dentro del proceso tenemos a las mallas, que son usadas en la máquina peletizadora para retener las impurezas del material, estas se disponen a la basura cuando se agrieten o dañen. Los desechos son inutilizables.

### d. Desperdicios

La máquina peletizadora y las extrusoras producen desperdicios de masa cocida compuesta por polietileno de baja densidad derretido, que puede reingresar al proceso, así mismos productos terminados (mangas y mangueras falladas) que son dispuestos al reingreso del proceso en la línea de producción de pellets. Cabe señalar que los desperdicios se pueden utilizar. En la tabla 23, se observan las mermas del producto en estudio (mangas plástica 40 pulgadas).

## 3.2.2. Materiales directos e indirectos

### a. Materiales directos

La materia prima y los materiales directos utilizados para la fabricación mangas plásticas de 40 pulgadas se describen en la siguiente tabla. Las cantidades de los materiales van en referencia a la producción de una manga plástica de 51,5 kg.

Tabla 11. Materiales directos para producción

<b>Materia prima</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad de insumos en kg por unidad de manga plástica.</b>
Polietileno reciclado de baja densidad	El polietileno reciclado es pieza fundamental del proceso ya que de aquí se parte la transformación del plástico en pellets, los mismos que son usados para realizar el producto terminado mediante el proceso de extrusión.	54,0 kg
Pigmento azul	Utilizado para darle color a los pellets, según el requerimiento del cliente.	0,103 kg
Dióxido de titanio CR-200	El dióxido de titanio proporciona opacidad y durabilidad, y a la vez ayuda a asegurar la larga duración de la pintura y la protección de la superficie pintada.	0,069 kg
Cilindros de cartón	Es usado como soporte para el enrollado del producto terminado, ello con la finalidad de tener una mayor rigidez.	1,50 kg

Cabe señalar que la materia prima usada para la producción de mangas plásticas y mangueras de riego varía según el pedido de los clientes. Los proveedores del polietileno de baja densidad son recicladores de la ciudad de Chiclayo, el costo de este material varía según el proveedor. En caso de que la máquina paletizadora no logre producir la cantidad necesaria para la producción se procede a la compra de pellets.

#### **b. Materiales indirectos**

Se usan las mangas plásticas transparentes producidas en la misma empresa para el embalaje de cada unidad producida, ya que esto permite proteger al producto. Se detallan las dimensiones de las mangas plásticas usadas.

Tabla 12. Materiales indirectos

<b>Materiales indirectos</b>	<b>Dimensiones l x a</b>	<b>Consumo kg</b>	<b>Costo soles</b>
Plásticos transparentes	0,80 m x 1.0 m	0,08 kg	2,00

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.3. Insumos

#### 3.2.3.1. Mano de obra

La empresa cuenta con 12 trabajadores dispuestos en el área de producción, en donde se trabajan 2 turnos de 12 horas diarias. En la siguiente tabla se muestra como están distribuidos los trabajadores en producción, así mismo detalla el tiempo de servicio y grado de instrucción.

*Tabla 13. Operarios de producción*

Área	Puesto	Turno	Cantidad	Tiempo de servicio	Grado de Instrucción	Remuneración semanal
<b>PESADO Y PELETIZADO</b>	operarios	Día	1	1 año	Secundaria completa	S/ 270
		Noche	1	7 meses	Secundaria incompleta	S/ 270
<b>PELETIZADO</b>	Maquinista	Día	1	10 meses	Secundaria incompleta	S/ 340
		Noche	1	2 años y medio	Primaria completa	S/ 340
<b>PESADO Y MEZCLA</b>	Operarios	Día	1	2 meses	Primaria completa	S/ 270
		Noche	1	1 año y 3 meses	Secundaria completa	S/ 270
		Día	1	9 meses	Secundaria completa	S/ 270
		Noche	1	1 año y medio	Secundaria completa	S/ 270
<b>EXTRUSIÓN, CORTE Y SELLADO</b>	Maquinista	Día	1	4 años	Técnico	S/ 340
		Noche	1	3 años y medio	Secundaria completa	S/ 340
<b>EXTRUSIÓN, CORTE Y SELLADO</b>	Operarios	Día	1	6 meses	Primaria completa	S/ 270
		Noche	1	1 año y medio	Secundaria completa	S/ 270

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

La remuneración semanal que reciben los trabajadores varía según el cargo, ello se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14. Remuneración de maquinistas y operarios

Puesto de trabajo	Remuneración semanal	Cantidad	Remuneración Mensual
Operarios	S/ 270.00	8	S/ 8 640,00
Maquinistas	S/ 340.00	4	S/ 5440,00
<b>TOTAL</b>			S/ 14 080,00

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.4. Maquinaria, herramientas y equipos

#### a. Maquinaria

Para el procesamiento de los productos se hace uso de 4 máquinas, las cuales serán descritas en la siguiente tabla.

Tabla 15. Lista de maquinaria

Maquinaria	Descripción	Cantidad	Origen	Antigüedad	Capacidad
Máquina Peletizadora	La máquina peletizadora cumple la función de transformar el scrap en pellets, de manera que estos sean usados para el siguiente proceso (Tabla 16).	1	De Segunda	15 años	110 kg/hora
Mezcladora de Pellets	Tiene como función homogenizar el colorante con los pellets (Tabla 17).	1	De Segunda	8 años	100 kg/hora
Extrusora #80	Tiene como función fundir los pellets y obtener como producto terminado a las mangas plásticas y mangueras de regadío (Tabla 18).	1	De Segunda	6 años	80 kg/hora

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

Tabla 16. Ficha técnica de Máquina Peletizadora

MÁQUINA: PELETIZADORA - MODELO VMSJ 200/130



**ESPECIFICACIONES**

<b>Capacidad</b>	80-110 kg/h	<b>Malla de filtro</b>	250 MM x 250 MM
<b>Caja Reductora</b>	#250	<b>Molino</b>	11 kw
<b>Diámetro del tornillo</b>	200 mm	<b>Banda de transporte</b>	4 MT
<b>Largo del tornillo</b>	2600 mm	<b>Tanque de enfriamiento con guidores</b>	2MTS de largo
<b>Tipo de Ventilado</b>	Escape Singular	<b>Picador Peletizado con velocidad variable</b>	5,5 Kw
<b>Motor principal</b>	37 kw#4	<b>#24 Cuchillas Corta Granulado</b>	5,5 Kw con inversor
<b>Malla filtradora tipo</b>	Hidráulica doble estación	<b>Zonas de temperatura en barril</b>	7

Fuente: ASIAN MACHINERY USA Inc

Tabla 17. Ficha técnica de Máquina Mezcladora

MÁQUINA: MEZCLADORA - MODELO: TSM150J



**ESPECIFICACIONES**

<b>Energía (W)</b>	3 kw
<b>Peso</b>	180 kg
<b>Gire la Velocidad</b>	68 r/min
<b>Capacidad de producción</b>	100 kg/h
<b>Marca</b>	Super Tongsheng
<b>Voltaje</b>	380 V
<b>Dimensión</b>	980*980*1130 mm
<b>Material</b>	Acero

Tabla 18. Ficha técnica de Máquina Extrusora #80

MÁQUINA: EXTRUSORA #80 - MODELO: Hechiza



Fuente: Alibaba

**ESPECIFICACIONES**

<b>Capacidad</b>	80 kg/h
<b>Diámetro del tornillo</b>	50 MM
<b>Ratio L/D</b>	30:1
<b>Motor principal</b>	37 Kw inversor de velocidad
<b>Consumo Promedio</b>	45 Kw
<b>Soplador de aire</b>	5,5 Kw
<b>Controles de temperatura</b>	3
<b>Tamaño de Rodillos</b>	165 MM
<b>Velocidad de arrastre</b>	10-90 M/min
<b>Motor de arrastre</b>	1.5 Kw
<b>Motor de embobinado</b>	16 N.m
<b>Cabezal Giratorio</b>	Cambia de malla

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

**b. Herramientas y Equipos**

Durante el proceso productivo se hace uso de herramientas que faciliten el proceso productivo o que te ayude a controlar el mismo. En la siguiente tabla se puede observar la descripción de cada objeto usado.

Tabla 19. Herramientas del proceso productivo

<b>Herramientas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensión</b>
Cuters	Se usa para cortar los productos con exceso de peso requerido por el cliente, entre otros usos.	18 mm

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

Tabla 20. Equipos del proceso productivo

Equipos	Cantidad	Descripción	Dimensiones (L x A)
Balanza tipo rampa 1-R2	1	Tiene como función pesar la materia prima traída por los proveedores.	1,20 x 1,50
Balanza Electrónica Industrial	3	Tiene como función pesar el producto terminado, ello con la finalidad de entrar un producto conforme.	80,5 x 60
Balanza digital	1	Usada para pesar los insumos (masterbatch o pigmento azul).	10 x 10

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.5. Suministros

Los suministros usados para la elaboración de los productos en la empresa AYC PLAST son los siguientes:

- **Energía Eléctrica**

Este suministro es uno de los principales dentro de la empresa, ya que permite el funcionamiento de cada una de las maquinas que participan dentro del proceso productivo. AYC Plast paga en promedio un total de S/5500 soles

*Costo mensual: 5500 soles*

### 3.2.6. Proceso de producción

- **Recepción**

La materia prima se recibe en las instalaciones de la planta industrial en grandes sacas diariamente, éstas ingresan a la empresa en pesos variados, teniendo de esta manera disponibilidad de materia prima para la producción de pellets. La materia prima aceptada por los proveedores ingresa a la empresa en condiciones inapropiadas es decir presenta inconformidades tales como material húmedo y con una gran cantidad de impurezas

(basura, botellas, tierra), lo que dificulta el proceso en la máquina peletizadora. Cabe señalar que la empresa actualmente cuenta con 21 proveedores recicladores a más.

- **Pesado de Materia Prima (Pesado 1)**

El operario recepciona la materia prima y junto a otro arrastran la saca hacia la balanza tipo rampa para pesarla y posteriormente almacenarla. Terminado el pesado un operario se encarga de marcar las sacas para señalar quién fue el proveedor, posteriormente los 2 operarios la arrastran hacia el almacenamiento o Peletizado. El sistema de registro es empírico o comúnmente llamado tradicional, debido a que los registros se realizan en un cuaderno de apuntes, y no en un sistema informático que facilite conocer el ingreso del día a día, esta actividad es realizada por el operario o la administradora.



*Figura 4. Pesado de Scrap*

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

- **Peletizado**

La etapa del peletizado tiene como función transformar el scrap en pellets. Para ello, el operario asignado se encarga de alimentar aleatoriamente la máquina de scrap, luego el material pasa hacia a un tornillo sin fin para ser deshidratado a una temperatura de 200-230°C, obteniéndose una masa cocida plástica. Esta masa se transporta hacia una placa con agujeros, en dónde un operario verifica constantemente la limpieza de mallas y se encarga de realizar el cambio de las mismas cuando se requiera, esto depende mucho de las características de ingreso de materia prima (humedad e impurezas), e influye sustancialmente en los cambios de estas a lo largo del proceso. Finalmente, los filamentos de la maquinaria pasan al enfriamiento de la máquina y posteriormente pasan por una cortadora. Es importante acotar que la producción en esta máquina se ve afectada cuando el material no entra en condiciones óptimas debido a que el tiempo de proceso demora aún más y esto repercute también en la calidad de los pellets que al pasar al extruido generan desperdicios por el estado de este.



Figura 5. Peletizado de Scrap

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

- **Pesado de Pellets y colorante**

En esta etapa, el operario asignado del pesado de pellets se encarga de llenar los sacos de 30 a 33 kg y el operario asignado de mezcla lo apoya con el traslado de los sacos hacia la máquina mezcladora. Finalmente, el operario debe pesar el colorante para la producción en la balanza digital (la fórmula de producción indica que por cada 30 kg de pellets se debe colocar 60 g de pigmento azul y 40 g de Dióxido de titanio). Esta última actividad se realiza con la finalidad de tener la cantidad precisa para el color requerido de los pellets.



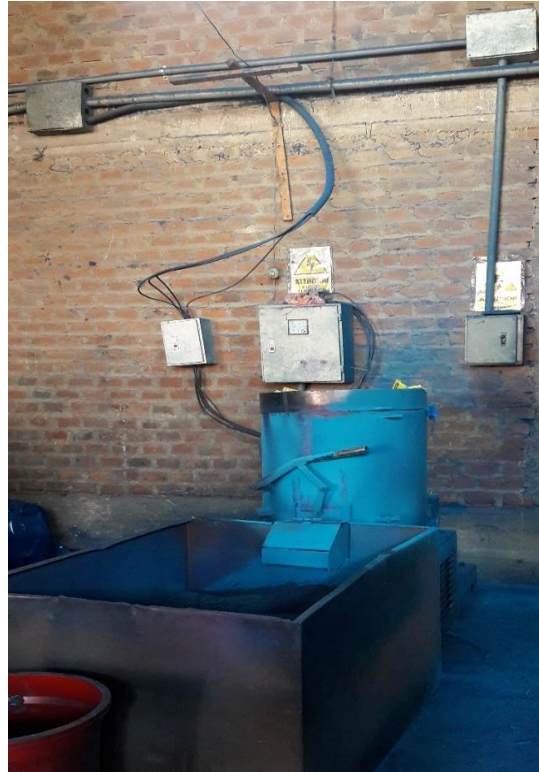
Figura 6. Pesado de pellets y colorante

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

- **Mezclado**

Esta etapa tiene la función de homogenizar los pellets con el colorante (el pigmento azul con dióxido de titanio R-903) en la máquina mezcladora. Después ello el material

está listo para ingresar a la etapa de extruido. El operario asignado de esta etapa es el encargado de verter los pellets en la máquina y agregar los insumos.



*Figura 7. Máquina Mezcladora*

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

- **Extruido**

El operario de área de mezcla traslada en un balde los pellets ya mezclados con colorante hacia la máquina extrusora N°80, este varía en cantidad según el requerimiento del peso de los rollos estimados en el pedido de los clientes. El maquinista en la etapa de extrusión se encarga de calibrar la maquinaria según las especificaciones del producto a fabricar en este caso nos vamos a enfocar en la fabricación de mangas plásticas de 40 pulgadas. Así mismo carga las bobinas con los tucos de cartón para que el producto sea envuelto allí. La intervención del operario yace en cambio de bobina.

La temperatura con la que trabajan estas extrusoras son de 200°C – 250°C. Es importante mencionar que, durante este proceso, el material(pellets) debido a la falta de un control de calidad previo ingresa bajo condiciones inadecuadas y perjudica la salida del producto, es decir, durante la formación del globo se forman agujeros; considerándose esto como merma de producto terminado, ya que para producirlo se hizo

uso de los recursos (suministros y materiales) de manera innecesaria y si bien es cierto este reingresa al proceso, ya es un costo adicional para reprocesarlo.



*Figura 8. Proceso de extrusión*

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

- **Pesado de producto terminado (3)**

El operario asignado en esta operación se encarga de pesar las mangas plásticas en la balanza electrónica industrial con el fin de verificar que cumpla con el peso requerido por el cliente. Algunas veces el producto terminado sale con un  $\pm$  en el peso requerido debido a que estas son medidas de manera visual por el operario.



*Figura 9. Pesado de producto terminado*

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

- **Cortado y sellado de Producto terminado**

El operario verifica que las mangas plásticas tengan el peso requerido, de no ser así se procede a cortarla hasta obtener el peso deseado, ello se realiza en el caso de que el cliente haya sido muy específico con el peso y así poder evitar reclamos. Finalizado el cortado se procede a sellarse con mangas plásticas transparentes fabricadas en la misma empresa.



*Figura 10. Cortado y sellado de Producto terminado*

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

- **Almacenamiento de Producto terminado**

El operario, al finalizar el corte y sellado del producto debe recorrer una distancia de 34,58 m para almacenar el producto terminado, generando tiempos improductivos.



*Figura 11. Producto terminado*

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

### **3.2.7. Sistemas de producción**

La empresa AYC PLAST E.I.R.L. cuenta con una producción por lotes, donde se producen dos tipos de productos (mangas plásticas y mangueras de regadío) de los cuales se desliga una gran variedad de dimensiones por cada uno. El lote mínimo de pedido puede variar entre una a más unidades. Como anteriormente ha sido sustentado, se tomó como objeto de estudio la producción de una manga plástica de 40 pulgadas de 51,5 kg. No se toma como referencia a un lote debido a su alto tiempo de producción por unidad.

### **3.2.8. Análisis para el proceso de producción**

#### **3.2.8.1. Diagrama de bloques**

En la figura 12, se muestra el diagrama de bloques del proceso productivo de las mangas plásticas.

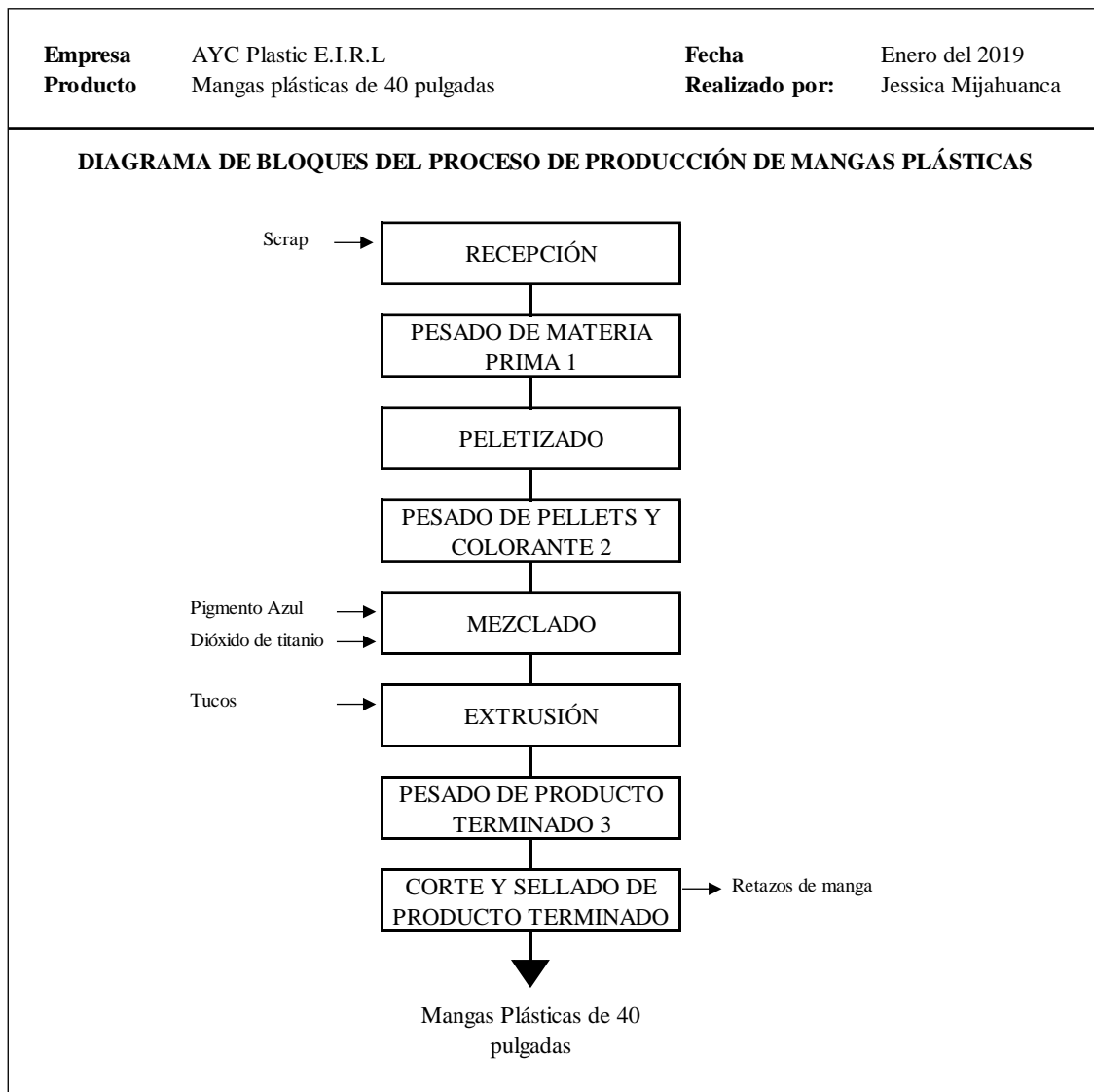


Figura 12. Diagrama de bloques proceso de producción de mangas plásticas

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.8.2. Tiempos promedio de actividades

Se realizó un estudio preliminar de tiempos en el proceso productivo, dónde se tomaron 4 muestras de ciclo observados, ello durante diferentes horas de trabajo, teniendo en cuenta que la empresa trabaja 2 turnos de 12 horas.

Para obtener el tiempo promedio se recurrió a realizar un estudio de tiempos cronometrado bajo el método de General Electric (ver Tabla 3), en dónde indica que si el tiempo ciclo es mayor a 40 minutos se deben tomar 3 muestras.

Tabla 21. Cálculo de tiempo promedio

<b>Empresa:</b> AYC Plast E.I.R. L <b>Producto:</b> Mangas plásticas de 40 pulgadas								
N°	Actividad	Toma base	Ciclo observado (min)			Suma	N°	Tiempo promedio
			1	2	3			
1	Pesado 1	2,8	2,8	2,62	2,81	8,23	3	2,74
2	Transporte a máquina peletizadora	2,37	2,45	2,4	2,42	7,27	3	2,42
3	Peletizado	31,31	30,1	31,18	29,26	90,54	3	30,18
4	Transporte a pesado	1,08	1,15	1,12	1,17	3,44	3	1,15
5	Pesado 2	3,2	3,18	3,14	3,19	9,51	3	3,17
6	Transporte a mezcladora	2,12	2,02	2,15	2,2	6,37	3	2,12
7	Mezclado	2,06	2,14	2,12	2,13	6,39	3	2,13
8	Transporte a máquina extrusora	1	1,02	1,03	1	3,05	3	1,02
9	Extrusión y enrollado	43,87	43,3	44,79	45,79	133,9	3	44,63
10	Pesado final	1,5	1,5	1,53	1,48	4,51	3	1,50
11	Corte y sellado	2,95	2,91	2,85	2,78	8,54	3	2,85
12	Transporte a almacén	5,12	5,1	5,05	4,99	15,14	3	5,05
		99,38						

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.8.3. Diagrama de Operaciones de Proceso

El diagrama de operaciones que se presenta en la figura hace referencia a todas las actividades que agregan valor al proceso productivo durante la producción de 1 unidad de manga plástica de 51,5 kg.

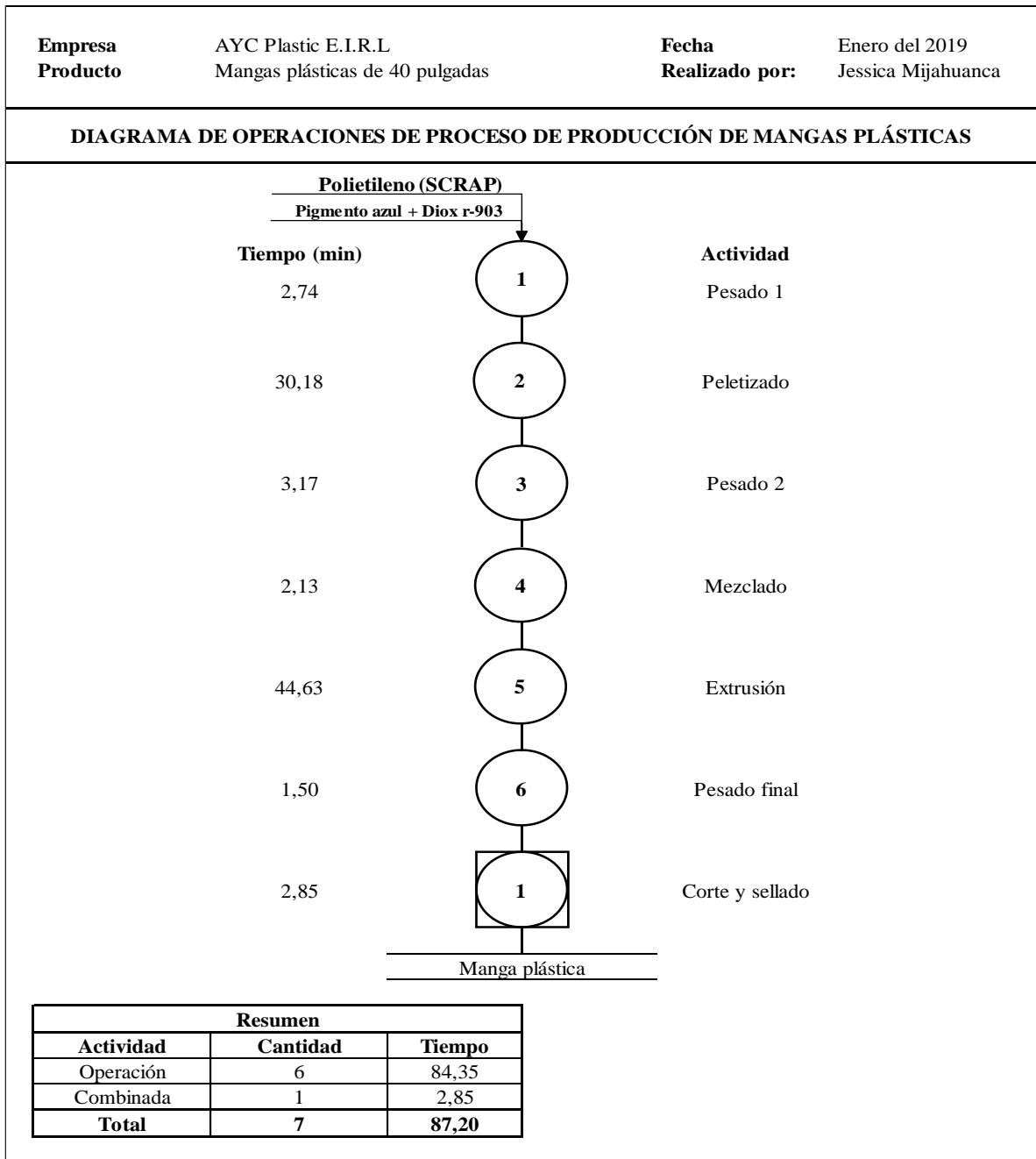


Figura 13. Diagrama de Operaciones de Proceso Producción de Mangas Plásticas

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.8.4. Diagrama de Análisis de Proceso

A continuación, se presenta el diagrama de análisis de proceso para la producción de mangas plásticas.

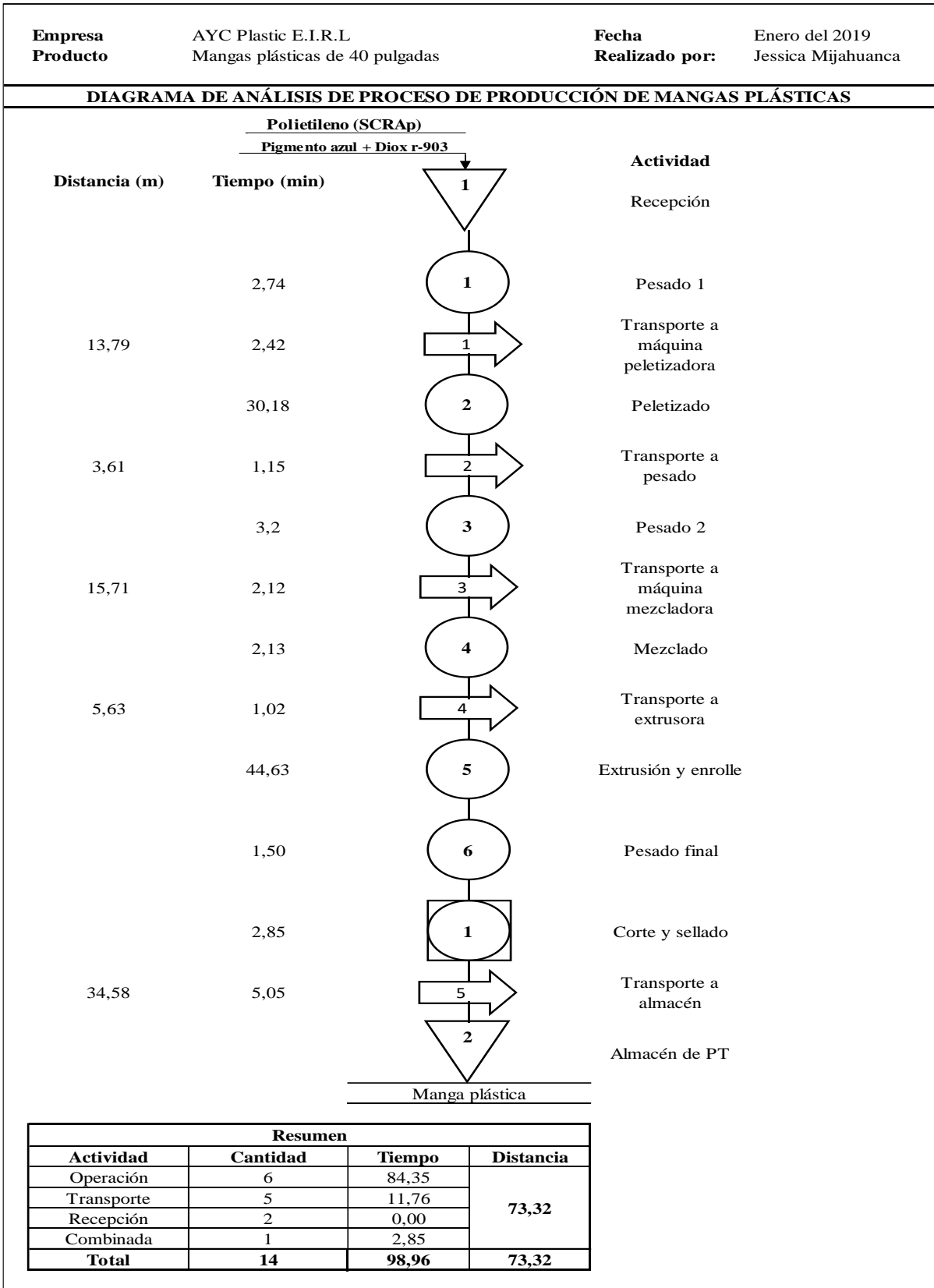


Figura 14. Diagrama de Análisis de Proceso

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.8.5. Cursogramas Analíticos

El cursograma permite visualizar gráficamente las operaciones de la empresa y detectar con facilidad repeticiones o demoras innecesarias. En la Tabla 22, se muestra el cursograma analítico del proceso de una manga plástica de 40 pulgadas.

Tabla 22. Cursograma analítico de fabricación de mangas plásticas de 40 pulgadas

<b>Empresa:</b> AYC Plast E.I.R.L		<b>Fecha:</b> Enero del 2019	
		<b>Método:</b> Actual	
<b>Realizado por:</b> Jessica Mijahuanca Villalobos		<b>Producto:</b> Manga plástica	

Nº	Actividades	Tiempo (min)	○	⇒	◻	▽	◐	Distancia (m)
0	Recepción de Materia Prima	-				●		
1	Pesado de materia prima 1	2,74	●					
2	Transporte a máquina peletizadora	2,42		●				13,79
3	Peletizado	30,18	●					
4	Transporte a pesado	1,15		●				3,61
5	Pesado 2	3,17	●					
6	Transporte a mezcladora	2,12		●				15,71
7	Mezclado	2,13	●					
8	Transporte a máquina extrusora	1,02		●				5,63
9	Extrusión y enrollado	44,63	●					
10	Pesado final	1,50	●					
11	Corte y sellado	2,85			●			
12	Transporte a almacén	5,05		●				34,58
13	Almacén de Producto terminado	-				●		
<b>TOTAL</b>		<b>98,96</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>73,32</b>

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

#### ✓ Actividades Improductivas y Productivas

En base a los tiempos promedios y actividades presentadas en el diagrama de análisis de proceso se tiene que la empresa tiene:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{87,20 \text{ min}}{98,96 \text{ min}} = 88,12\%$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{11,76 \text{ min}}{98,96 \text{ min}} = 11,88\%$$

Para el cálculo de las actividades productivas se consideraron las operaciones y combinadas, mientras para que para el cálculo de las actividades improductivas los tiempos de transportes y demoras.

### **3.2.8.6. Plano actual de planta**

En la Figura 15, se presenta la distribución actual de la empresa, en dónde se señalan cada una de las áreas.

### **3.2.8.7. Diagrama de recorrido**

En la Figura 16, se muestra el diagrama de recorrido del proceso de producción de mangas plásticas de 40 pulgadas.

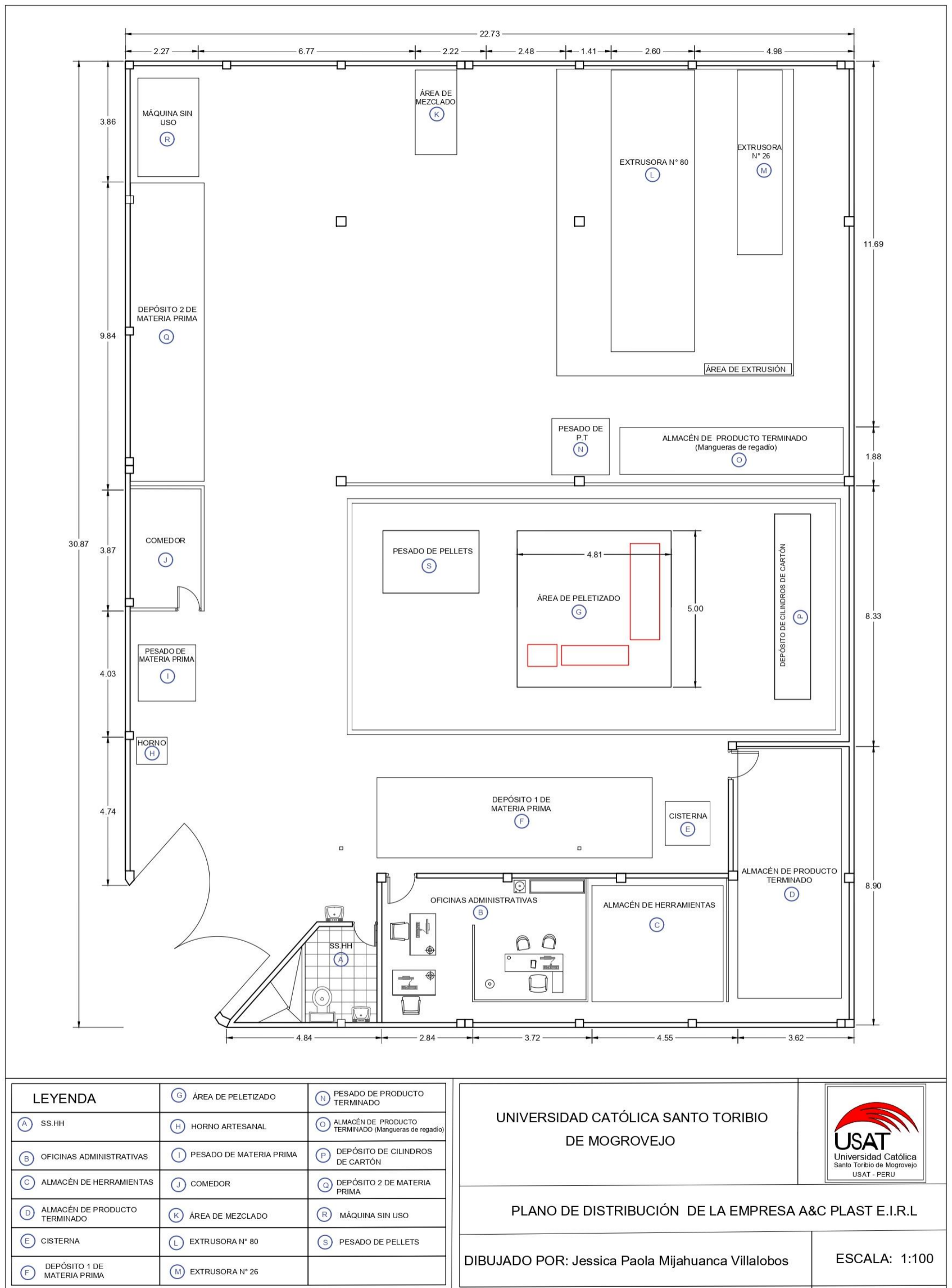


Figura 15. Plano actual de la empresa AYC Plast E.I.R.L

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

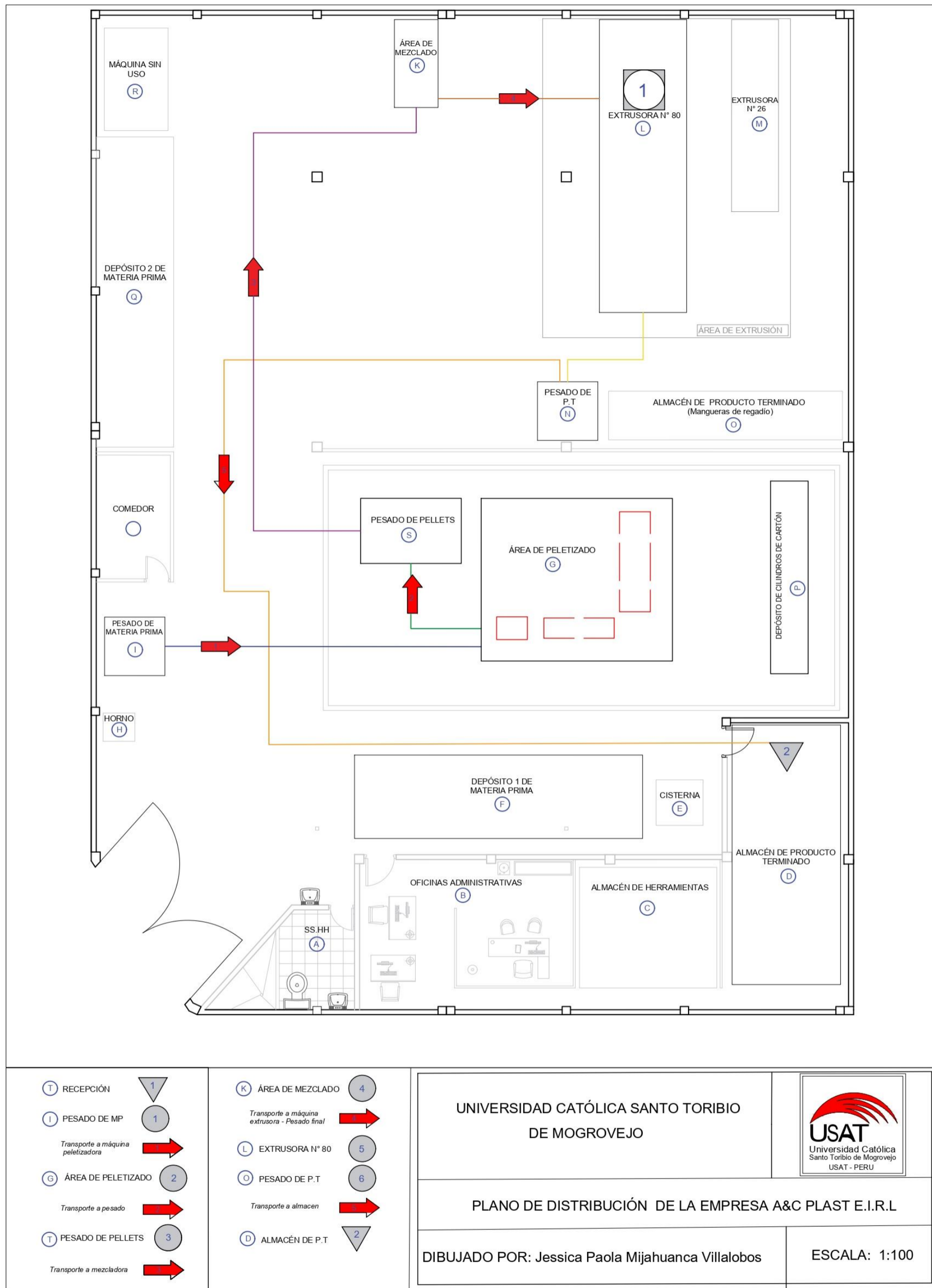


Figura 16. Plano actual de recorrido - Mangas plásticas

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### 3.2.9. Indicadores Actuales del proceso

#### a. Producción Teórica o Capacidad Efectiva

La producción teórica viene dada por la fórmula tiempo base sobre ciclo. Según el diagrama de análisis de proceso presentado anteriormente, el cuello de botella para el proceso de producción de mangas plásticas es en la etapa de extrusión con un tiempo para producir una unidad de 44,63 minutos. La empresa cuenta con un tiempo base anual de 456 300 minutos, determinado bajo un turno diario 11,25 horas, 13 turnos a la semana, 52 semanas al año y 60 minutos por hora.

$$\text{Producción teórica anual} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}} = \frac{456\,300 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{44,63 \frac{\text{min}}{\text{unid}} * \frac{1 \text{ unid}}{51,5 \text{ kg}}}$$

$$\text{Producción teórica} = 526\,578,65 \frac{\text{Kg}}{\text{año}} = 43\,881,55 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}$$

#### b. Producción real o capacidad real

La producción real o es definida como la producción más alta alcanzada durante el período en evaluación en la empresa. Como se puede ver en la Tabla 23, la producción promedio mensual en unidades de 18 214,05 kg/mes y la producción real más alta fue de 22 205,05 kg/mes en el mes de noviembre.

$$\text{Producción promedio} = 18\,214,05 \text{ Kg/mes}$$

$$\text{Producción real} = 22\,205,05 \frac{\text{Kg}}{\text{mes}}$$

Tabla 23. Producción de manga plásticas de 40 pulgadas

AÑO 2018	Producción de mangas plásticas de 40 pulg en unidades	Producción en kg de mangas plásticas de 40 pulg	Mermas de producción del año 2018 - kg
<b>Enero</b>	390	20 045,97	975,0
<b>Febrero</b>	303	15 843,44	757,5
<b>Marzo</b>	313	16 670,75	782,5
<b>Abril</b>	307	16 397,00	767,5
<b>Mayo</b>	321	16 682,25	802,5
<b>Junio</b>	316	16 384,00	790,0
<b>Julio</b>	327	16 961,85	817,5
<b>Agosto</b>	360	18 818,88	900,0
<b>Septiembre</b>	349	17 078,25	872,5
<b>Octubre</b>	420	21 686,10	1 050,0
<b>Noviembre</b>	439	22 205,05	1 097,5
<b>Diciembre</b>	408	19 795,10	1 020,0
<b>Promedio</b>	<b>354</b>	<b>18 214,05</b>	<b>886,04</b>

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

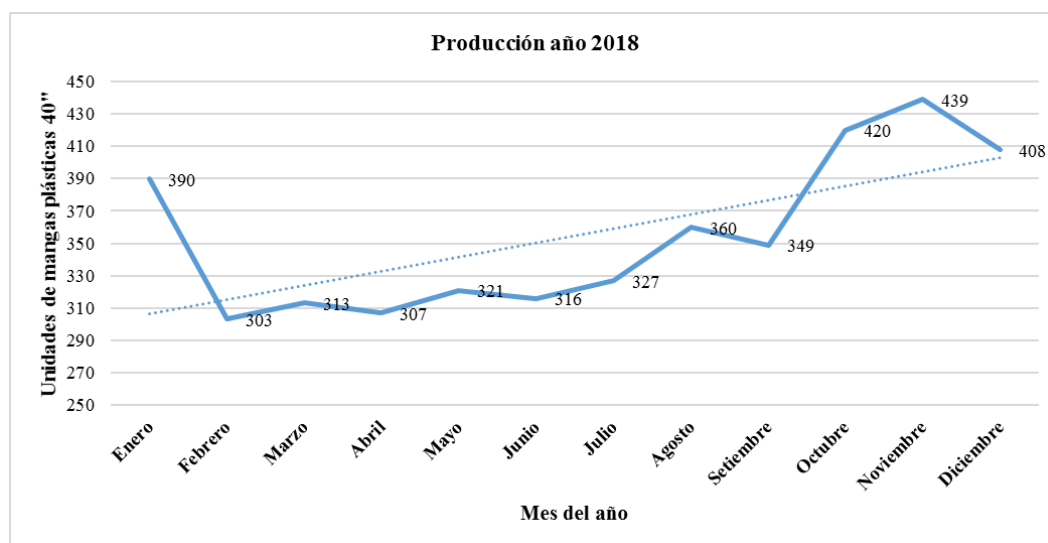


Figura 17. Tendencia de la producción real de mangas plásticas año 2018

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

En la figura 17, se puede apreciar que el mes con menor producción fue en febrero mientras que el mes con mayor producción fue el mes de noviembre. Se denota una tendencia a un crecimiento de la producción durante los meses de octubre a enero, esto debido al aumento de la demanda por parte de los clientes con los que cuenta la empresa.

### a. Productividad de materiales

Se determinó la productividad de materiales con respecto al promedio de producción de mangas plásticas de 40 pulgadas en el año 2018, que equivale a 354 unidades. usando para ello un total de 19 884,88 kg entre materia prima e insumos. Finalmente se tiene que por cada kg se tiene 0.02 unidades de mangas plásticas.

$$\begin{aligned} \text{Productividad de materiales} &= \frac{\text{Producción promedio}}{\text{insumos empleados}} \\ &= \frac{354 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{354 \text{ unidades} \left( 54 \frac{\text{kg}}{\text{unid}} + 0.103 \frac{\text{kg}}{\text{unid}} + 0.069 \frac{\text{kg}}{\text{unid}} \right)} \\ &= 0,02 \frac{\text{unid}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

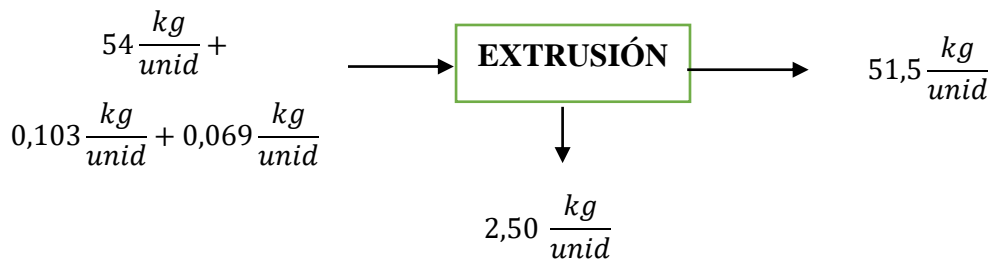
### b. Productividad de mano de obra

Como se comentó anteriormente, la empresa cuenta 12 operarios en el área de producción durante el período en evaluación. Se consideró la producción promedio mensual en el año 2018 equivalente a 18 214,05 sobre el número de operarios.

$$\begin{aligned} \text{Productividad promedio de mano de obra} &= \frac{\text{Producción promedio}}{\text{Mano de obra}} = \frac{18\,214,05 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}{12 \text{ M.O}} \\ \text{Productividad promedio de mano de obra} &= 1\,517,84 \frac{\text{kg}}{\text{M.O mes}} \end{aligned}$$

### c. Eficiencia física

Para la elaboración de 1 manga plástica de 51,5 Kg se hace uso de 54 kg de pellets más 0,103 Kg de colorante y 0,069 de dióxido de titanio CR-200, obteniéndose una eficiencia física del 95%. Se tomó en cuenta la producción promedio mensual del año 2018.



$$= 0,9506 = 95 \%$$

#### d. Eficiencia Económica

En la Tabla 24, se puede observar el cálculo del costo por unidad de manga plástica de 51,5 kg, en el que cual se toman en cuenta los costos de suministros, mano de obra, materiales. Cada kg es vendido a S/ 4,20 soles y el costo por kg es de S/ 3,42 soles, de ello se obtiene que la empresa gana 0,23 soles por cada sol invertido.

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia económica} &= \frac{\text{Venta}}{\text{Costo}} = \frac{51,5 \text{ kg} * 4,20 \frac{\text{soles}}{\text{kg}}}{51,5 * 3,42 \frac{\text{soles}}{\text{kg}}} \\ &= \frac{216,3 \text{ soles por manga}}{176,03 \text{ soles por manga}} = 1,23 \end{aligned}$$

#### e. Eficiencia de planta

M..Arroyo [12], define a la capacidad real como el número de unidades que la empresa espera obtener, asumiendo factores que limiten su actividad productiva, esta también es conocida como la producción real y la capacidad teórica o proyectada, es la producción máxima que se puede llegar a producir en un tiempo determinado. En la tabla 24, se muestra la máxima capacidad de producción en kg en el mes de noviembre.

$$\text{Eficiencia de planta} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad teórica}} = \frac{22\,205,05 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}{43\,881,55 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}$$

$$\text{Eficiencia de planta} = 50,6\%$$

La eficiencia de planta es la capacidad real alcanzada en porcentaje. Durante el periodo evaluado esta tiene 50,6 %, por lo que se deben tomar medidas para el incremento de este valor.

Tabla 24. Costo de producción de una manga plástica de 40 pulg.

<b>Materiales Directos</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Precio unitario / Kg</b>	<b>Costo por kg</b>
Polietileno	54	1,80	1,887
Pigmento Azul	0,103	7,81	0,016
Dióxido de titanio R-903	0,069	3,25	0,004
<b>Materiales Indirectos</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Precio unitario/ kg</b>	<b>Costo por kg</b>
Cilindro de cartón	1,5	1,00	0,029
Plástico transparente	0,08	2,00	0,003
<b>Mano de obra</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>	<b>Producción promedio mensual kg</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Planilla de operarios	14 080	18 214	0,773
Planilla administrativa	2400	18 214	0,132
Gerencia	3000	18 214	0,165
<b>Gastos Operación</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>	<b>Producción promedio mensual kg</b>	<b>Costo total por unidad (S/ )</b>
1. Electricidad	5 500	18 214	0,302
3. Internet y telefonía	150	18 214	0,008
4. Alquiler de local	800	18 214	0,044
5. Alquiler furgón	1 000	18 214	0,055
<b>Total, Costo (A)</b>			<b>3,418</b>
<b>Precio de Venta(B)</b>			<b>4,200</b>
<b>Beneficio económico (A-B)</b>			<b>0,782</b>
<b>Eficiencia económica (B/A)</b>			<b>1,229</b>

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

#### f. Capacidad de diseño

Se entiende a la producción máxima que se podría realizar en condiciones ideales. En la empresa la capacidad está dada por el cuello de botella, que se da en el proceso de extrusión. Se trabaja con una máquina extrusora que tiene una capacidad de procesamiento equivalente a 80 kg/h.

**Capacidad diseñada =**

$$24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 6,5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} * 80 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} = 49\,920 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}$$

### g. Utilización

Para determinar la Utilización se calculó la Producción real o capacidad real sobre la capacidad de diseño que se refiere a la cantidad de producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales.

$$\begin{aligned} \text{Utilización} &= \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad diseñada}} \\ &= \frac{22\,205,05\text{ kg}}{49\,920\text{ kg}} = 44,5\% \end{aligned}$$

Se logró determinar que se usa sólo un 44,5 % de la capacidad de diseño en la empresa.

### h. Resumen de tiempos promedio

Se tomaron 3 muestras de acuerdo a la escala de General Electric, y se obtuvo que el tiempo ciclo promedio para la producción de una manga plástica de 40 pulgadas es de 98,96 minutos.

Tabla 25. Resumen de tiempos promedio

N°	Actividad	Tiempo promedio (min)
1	Pesado 1	2,74
2	Transporte a máquina peletizadora	2,42
3	Peletizado	30,18
4	Transporte a pesado	1,15
5	Pesado 2	3,17
6	Transporte a mezcladora	2,12
7	Mezclado	2,13
8	Transporte a máquina extrusora	1,02
9	Extrusión y enrollado	44,63
10	Pesado final	1,50
11	Corte y sellado	2,85
12	Transporte a almacén	5,05
<b>Total, de tiempo promedio</b>		<b>98,96</b>

### i. Nivel de Servicio

El indicador del nivel de servicio se determina mediante la relación de la demanda versus la cantidad de pedidos atendidos o ventas durante el período en estudio, estos se dan en kg debido a que el producto es comercializado como tal. Este indicador es muy

importante ya que representa el problema principal de esta investigación y es en ello en lo que nos enfocaremos.

Tabla 26. Nivel de servicio actual

<b>Año 2018</b>	<b>Ventas kg</b>	<b>Ventas en unidades</b>	<b>Demanda kg</b>	<b>Demanda unidades</b>	<b>Nivel de servicio</b>
<b>Enero</b>	20 045,97	390	23 690,00	460	85%
<b>Febrero</b>	15 843,44	303	20 342,50	395	78%
<b>Marzo</b>	16 670,75	313	19 055,00	370	87%
<b>Abril</b>	16 397,00	307	19 570,00	380	84%
<b>Mayo</b>	16 682,25	321	20 085,00	390	83%
<b>Junio</b>	16 384,00	316	18 694,50	363	88%
<b>Julio</b>	16 961,85	327	19 570,00	380	87%
<b>Agosto</b>	18 818,88	360	25 389,50	493	74%
<b>Septiembre</b>	17 078,25	349	25 235,00	490	68%
<b>Octubre</b>	21 686,10	420	29 252,00	568	74%
<b>Noviembre</b>	22 205,05	439	29 973,00	582	74%
<b>Diciembre</b>	19 795,10	408	30 642,50	595	65%
<b>Total</b>	<b>218 568,63</b>	<b>4253</b>	<b>281 499</b>	<b>5466</b>	<b>78%</b>

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{ventas}}{\text{Demanda}}$$

$$= \frac{218\,568,63 \text{ kg/mes}}{281\,499 \text{ kg/mes}} = 78,0\%$$

En la se muestra el nivel de servicio mensual durante el año 2018 en dónde se tiene como promedio anual un total de 78%, debido a no llegar a satisfacer la demanda de los clientes.

#### **j. Pérdidas económicas anuales**

Se procedió a calcular las pérdidas económicas anuales, para ello se determinó la cantidad de pedidos no atendidos en kilogramos.

Tabla 27. Cantidad de pedidos no atendidos 2018

<b>Año 2018</b>	<b>Ventas kg</b>	<b>Demanda kg</b>	<b>Pedidos no atendidos kg</b>
<b>Enero</b>	20 045,97	23 690,00	3 644,03
<b>Febrero</b>	15 843,44	20 342,50	4 499,07
<b>Marzo</b>	16 670,75	19 055,00	2 384,25
<b>Abril</b>	16 397,00	19 570,00	3 173,00
<b>Mayo</b>	16 682,25	20 085,00	3 402,75
<b>Junio</b>	16 384,00	18 694,50	2 310,50
<b>Julio</b>	16 961,85	19 570,00	2 608,15
<b>Agosto</b>	18 818,88	25 389,50	6 570,63
<b>Septiembre</b>	17 078,25	25 235,00	8 156,75
<b>Octubre</b>	21 686,10	29 252,00	7 565,90
<b>Noviembre</b>	22 205,05	29 973,00	7 767,95
<b>Diciembre</b>	19 795,10	30 642,50	10 847,40
<b>Total</b>	<b>218 568,63</b>	<b>281 499,00</b>	<b>62 930,37</b>

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

En la Tabla 24, se puede observar el cálculo del beneficio por cada unidad de manga plástica de 51,5 kg, el cual es de 0,78 soles/kg.

***Pérdidas económicas = beneficio económico \* kg sin vender***

$$Pérdidas económicas = 0,78 \frac{\text{soles}}{\text{Kg}} * 62 930,37 \text{ kg} = 49 205,65 \text{ soles}$$

**k. Cuadro resumen de indicadores**

*Tabla 28. Resumen de Indicadores Actuales*

<b>Nombre de indicador</b>		<b>Situación actual</b>
	<b>Producto</b>	Manga plástica de 40"
	<b>Lote</b>	1 unidad de 51,5 ± 2,5 kg
	<b>Cuello de botella (min)</b>	44,63
	<b>Tiempo promedio (min)</b>	98,96
<b>PRODUCCIÓN</b>	Producción Teórica anual (kg)	526 578,65
	Producción Teórica mensual (kg)	43 881,55
	Producción Real o Capacidad real (kg)	22 205,05
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Productividad de materiales (unidad/kg)	0,02
	Productividad de M.O (kg/mano de obra*mes)	1517, 84
<b>EFICIENCIA</b>	Eficiencia Física	95%
	Eficiencia Económica	1,23
	Eficiencia de planta	50,6 %
<b>CAPACIDAD</b>	Capacidad de diseño (kg/mes)	49 920,00
	Utilización	44,50%
	<b>Nivel de servicio actual</b>	78%
	<b>Pérdidas económicas</b>	S/ 49 205,65
	<b>Actividades productivas</b>	88%
	<b>Actividades improductivas</b>	12%

### 3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CAUSAS

#### 3.3.1. Problemas, causas y propuestas de solución

Tabla 29. Problemas, causas y propuestas de solución

Problema	Causas	Propuesta de solución
<b>Merms de Mangas plásticas de 40 pulgadas</b>	Material de ingreso no cumple con las especificaciones establecidas (Scrap y pellets)	Procedimiento de selección y evaluación de proveedores Procedimiento de control y pesado de materia prima en la etapa de recepción
<b>Métodos de trabajo no estandarizados</b>	Ausencia de métodos de trabajo y actividades improductivas	Cálculo de número de observaciones. Cálculo de tiempo promedio, estándar, normal. Teoría de restricciones.
<b>Tiempos improductivos</b>	Inadecuados puestos de trabajo y distribución de planta	SLP y Diseño de puestos de trabajo
<b>Personal no Capacitado</b>	Falta de capacitación del personal	Programa de capacitación

#### a. PROBLEMA 1: MERMAS DE MANGA PLÁSTICA DE 40''

##### Causa 1: Material de ingreso no cumple con las especificaciones

La materia prima ingresa en condiciones inadecuadas, ello debido a que los proveedores no cumplen con las especificaciones mínimas requeridas por la empresa (ver figura 26) y al mismo tiempo la empresa no cuenta con una persona encargada de realizar la inspección y control de la misma, es decir, cualquier operario que esté disponible recepciona el material junto a la administradora de la empresa. El material es recibido e ingresado a la producción directamente sin ningún tipo de evaluación. Asimismo, la empresa no tiene criterios para evaluar y seleccionar a sus proveedores, por lo que recibe todo material que se le ofrezca en el día a día. En las siguientes fotografías se muestra el material de ingreso.



*Figura 18. Material de ingreso*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*



*Figura 19. Material de ingreso*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

La empresa actualmente cuenta con más de 22 proveedores los cuales se listan en la Tabla 30 , con la cantidad que abastecieron de abril a diciembre del año 2018, así mismo durante el periodo de la investigación se procedió a visitar la empresa de manera continúa hasta concientizar a los operarios de realizar el pesado del Scrap en mal estado, ello tuvo la finalidad de verificar si efectivamente las mangas plásticas defectuosas eran debido a que la materia prima influía a lo largo de todo el proceso.

Tabla 30. Lista de proveedores, cantidad de kilos abastecidos en total y en mal estado.

PROVEEDORES	Scrap kg	Scrap en mal estado kg	% Porcentaje
EDUARDO	71 355,45	15 698,20	22%
DARWIN	1 888,00	434,24	23%
COYA	49 528,85	5 943,46	12%
POLLO	399,00	43,90	11%
RAUL ROJAS	35 689,00	3 211,42	9%
AGUIRRE	5 731,70	114,53	2%
LUIS	6 326,05	190,17	3%
MUÑECO	3 012,00	180,62	6%
CESAR	5 810,00	987,26	17%
DAVID	4 541,75	726,68	16%
CERVANTES	633,35	94,93	15%
CHAPOÑAN	93,75	16,88	18%
DESCONOCIDA	54,80	8,22	15%
ELENA	11 677,30	3 154,83	27%
JULIO	54 069,10	5 409,95	10%
LUZ	8 152,90	896,08	11%
ANGEL CORREA	229,00	23,05	10%
JANET	2 695,20	620,18	23%
JILMER PEREZ	833,00	208,63	25%
CRISTHIAN	1 566,00	359,46	23%
MANUEL ALIPIO	299,00	53,54	18%
<b>TOTAL</b>	<b>264 585,20</b>	<b>38 376,21</b>	

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

Es necesario establecer controles para evitar el Scrap en mal estado que ingresa al proceso, ya que dificulta el proceso.

## **b. PROBLEMA 2: Métodos de trabajo no estandarizados**

### **Causa 2: Actividades improductivas y ausencia de métodos de trabajo**

Se procedió analizar etapa por etapa con la herramienta 5WH, evidenciando que en muchas de ellas se trabaja de una manera empírica.

Tabla 31. 5WH para la etapa de pesado

<b>ETAPA: PESADO</b>		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>Se recepciona y pesa el polietileno reciclado.</b>	¿Por qué se hace?	Porque es necesario tener material disponible para la producción.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, de no realizarse la planta se quedaría sin abastecimiento para la producción y también no se podría tener un control de ingreso de material.
	¿Cuál es la finalidad?	Tener un control del peso del ingreso del material y de acuerdo a ello pagar a los proveedores.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se realiza en el área de pesado</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el lugar asignado para realizar esta actividad.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	Sí, ya que se reduciría el tiempo de la operación. Por otro lado, es importante verificar el cumplimiento de las especificaciones del scrap; de no cumplirse los demás procesos se verían afectados. Así mismo designar un espacio para la actividad de "inspección".
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar con las condiciones adecuadas para realizar la inspección del material
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Cuando los proveedores traen material</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es necesario que el proveedor verifique el peso de lo que entrega a su comprador.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Si
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>El operario y la señorita del área de ventas</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Honestidad, veracidad y precisión
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Una persona capacitada.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>Se trasladan las sacas hasta la balanza</b>	¿Por qué se hace así?	Porque es la forma empírica que realizan su trabajo
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Haciendo uso de un montacargas

Tabla 32. 5WH para la etapa de Peletizado

ETAPA: PELETIZADO		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>Se transforma el polietileno reciclado (scrap) en pellets</b>	¿Por qué se hace?	Porque es necesario para convertir el scrap en pellets y así continuar con el proceso de producción.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es un proceso crítico. De no realizarse correctamente, se tendrá gran cantidad de reprocesos de productos terminados.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener pellets en base al polietileno reciclado y estos sean usados indispensablemente en el proceso de extrusión
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguno
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se realiza en el área de peletizado, un espacio ubicado cerca al ingreso de la empresa</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el único espacio designado por la empresa para el proceso de mezclado
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No. Es de suma importancia que se haga dentro de las instalaciones, ya que el suministro de materia prima debe estar disponible en el tiempo preciso para el proceso de extruido.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un espacio con las condiciones de seguridad adecuados, ya que actualmente en el puesto de trabajo los operarios se ven obstruidos por el scrap.
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Después de la recepción de materia prima</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es de suma importancia tener materia prima disponible para que el proceso sea continuo y no se vea afectado con demoras.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Si
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>Los operarios de peletizado</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No, los operarios no han recibido capacitación alguna del método adecuado de trabajo.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Concentración, precisión, paciencia.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un operario capacitado, consciente de lo que está realizando, y capaz de rechazar el material en mal estado, ya que esto es vital para seguir el proceso productivo.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>Se traslada el saco de scrap, debidamente pesado hasta el punto de alimentación de la máquina.</b>	¿Por qué se hace así?	Porque el proceso comienza por la alimentación de la máquina.
	¿Es preciso hacerlo así?	Sí

Tabla 33. 5WH para la etapa de pesado

<b>ETAPA: PESADO 2</b>		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>Se reciben los pellets de la máquina peletizadora y se colocan en sacos para proceder a pesarlos</b>	¿Por qué se hace?	Para poder pesar y tener la cantidad exacta de las salidas del material.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es fundamental realizar el pesado para conocer la efectividad de la maquinaria.
	¿Cuál es la finalidad?	La finalidad es de conocer si se cumplió con la producción mínima establecida diariamente.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se realiza en un espacio ubicado cerca al área de Peletizado</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el lugar asignado para realizar esta actividad
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar con las condiciones adecuadas para realizar la inspección del material
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Cuando terminan la producción de pellets</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es necesario conocer cuánto de materia prima hay disponible para realizar la producción de los pedidos.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>El operario del área de Peletizado</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Honestidad, veracidad y precisión
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Personal que sepa utilizar correctamente los equipos, con las calificaciones descritas previamente.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>Se llenan sacos de pellets y proceden a ser pesados</b>	¿Por qué se hace así?	Porque es la forma empírica que realizan su trabajo
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Pesar todo el envase donde caen los pellets y evitar que se estén llenando manualmente los sacos.

Tabla 34. 5WH para la etapa de mezclado

<b>ETAPA: MEZCLADO</b>		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>Se mezcla el colorante (masterbatch o pigmento azul) con los pellets.</b>	¿Por qué se hace?	Porque es necesario que los pellets tomen color.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí es necesario, ya que con esto se podrá satisfacer el requerimiento del cliente, según el color de su preferencia.
	¿Cuál es la finalidad?	Que los pellets tomen un color homogéneo y preciso para que las mangas plásticas salgan según el requerimiento
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Se puede adherir el colorante en la tolva de la extrusora, pero puede que no se homogenice bien y se tenga como resultado scrap.
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se realiza en el área de mezclado</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el espacio asignado por la empresa para dicho proceso.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Ese lugar es el apropiado ya que se encuentra cerca al área de extrusión.
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Después del pesado de pellets.</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es necesario que los pellets tomen color para el proceso siguiente
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>El operario de mezclado</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No, el operario de mezcla no está capacitado para realizar su trabajo.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Fuerza y precisión.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un trabajador u operario que cuente con capacitación del procedimiento.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>Se trasladan los pellets en sacos de 30 a 33 kg hasta el área de mezclado, estas son vaciadas a la mezcladora y se procede a agregar el colorante y se mezcla. Finalmente se transporta en baldes a las extrusoras.</b>	¿Por qué se hace así?	Siempre lo han realizado de esa forma y asumen que es correcto. No tienen capacitación.
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se podría mejorar estandarizando las herramientas que usa, es decir, tener una fórmula exacta de la cantidad de que se necesitarán para darle color a cierta cantidad de pellets. Asimismo, estandarizando la cantidad de peso por saco alzar, ya que alzar 33 kilogramos puede dañar la salud del trabajador.

Tabla 35. 5WH para la etapa de extrusión

<b>ETAPA: EXTRUSIÓN</b>		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>Los pellets de la mezcladora ingresan a las máquinas extrusoras</b>	¿Por qué se hace?	Para poder obtener las mangas plásticas de 40 pulgadas.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es un proceso crítico. De no realizarse correctamente se tendrá un exceso de reprocesos.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener un producto de calidad a base de pellets y pigmento azul.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna.
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se realiza en el área de extrusión</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el único lugar designado por la empresa para el proceso de extrusión
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar que cumpla con las condiciones de trabajo adecuadas
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Después de la etapa de mezclado</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es lo que sigue del proceso.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No.
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Si.
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No.
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>Operario de extrusión</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No, el operario no ha sido capacitado, ni tiene estandarizadas las operaciones que debe realizar.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Precisión, paciencia, fuerza.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un operario capacitado y con experiencia laboral, consciente que lo primordial debe ser la calidad.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>Se traslada la materia prima en baldes hasta la tolva de extrusión.</b>	¿Por qué se hace así?	Se realiza de forma empírica, es el método que siempre han usado.
	¿Es preciso hacerlo así?	No, ya que muchas veces no se puede tener un control riguroso de lo que ingresa y sale en producto terminado.
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se debe estandarizar la etapa con procedimientos y el diseño de un puesto de trabajo que permita realizar seguimiento y control a esta etapa crítica del proceso.

Tabla 36. 5WH para la etapa de pesado

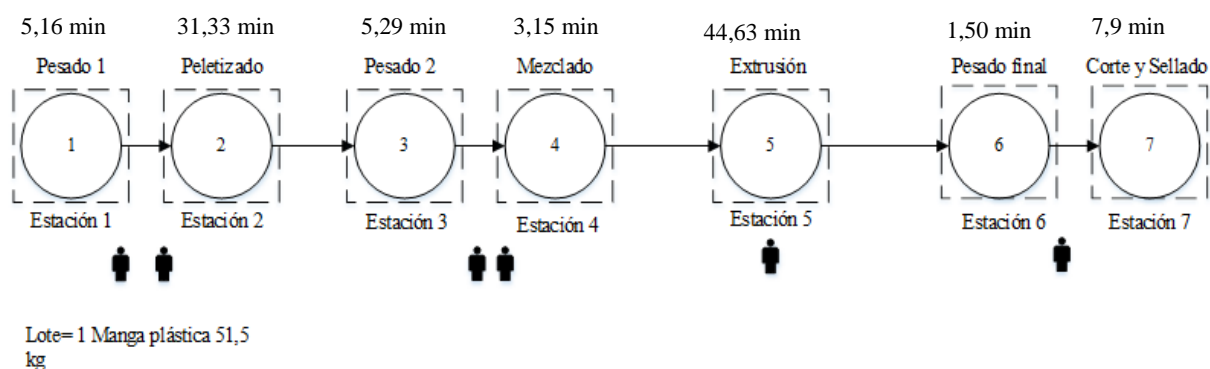
<b>ETAPA: PESADO FINAL</b>		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>Se pesan las mangas plásticas</b>	¿Por qué se hace?	Para poder cuantificar de cuánto es el lote.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí, es obligatorio hacerlo.
	¿Cuál es la finalidad?	Obtener el peso exacto y en base a ello cobrar por kg.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Adherir sensores de peso en las bobinas para reducir los tiempos, así mismo el scrap.
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se usan balanzas móviles, así que se realizan a lado de las extrusoras en el espacio libre.</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque evita el transporte de un lugar a otro para pesarlo
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar que proteja el producto terminado de la tierra
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Después de la etapa extrusión</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es necesario saber cuánto peso el producto terminado
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>El operario del área de extrusión</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Honestidad, precisión y responsabilidad
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Personal con las calificaciones previamente descritas.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>El producto terminado en proceso es cortado y sacado de la bobina, para ello ya se tiene otra bobina que será puesta inmediatamente después de sacarla de la extrusora. La manga plástica ya fuera de la bobina es arrastrada hasta la balanza a pesar.</b>	¿Por qué se hace así?	Porque es la manera que empírica en que trabajan, no tienen un trabajo estandarizado, ni un método adecuado de trabajo
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se mejoraría, si se logra estandarizar el proceso.

Tabla 37. 5WH etapa de corte y sellado

<b>ETAPA: CORTE Y SELLADO</b>		
<b>¿Qué se hace?</b>		
<b>El producto terminado es sellado con mangas plásticas delgadas y transparentes</b>	¿Por qué se hace?	Porque es necesario para poder presentar y proteger el producto para la venta.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí es necesario, ya que como su mercado está en provincias, este debe llegar en buen estado.
	¿Cuál es la finalidad?	Proteger el producto.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna.
<b>¿Dónde se hace?</b>		
<b>Se realiza cerca al área de extrusión, no hay un espacio definido para ello</b>	¿Por qué se hace ahí?	Porque siempre lo hacen al terminar de pesarlo.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No.
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un espacio definido con las condiciones correctas para poder realizar un correcto pesado y sellado.
<b>¿Cuándo se hace?</b>		
<b>Después del corte y pesado del producto terminado</b>	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque el proceso finaliza con el sellado del producto.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No
<b>¿Quién lo hace?</b>		
<b>El operario del área de extrusión</b>	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No, el operario no está capacitado para realizar ese trabajo, por lo que demora mucho tiempo
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Precisión, criterio, fuerza.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un operario capacitado y que siga los procedimientos que se le asigne, así mismo tome conciencia de la importancia de hacer un buen trabajo.
<b>¿Cómo se hace?</b>		
<b>Se pone en forma vertical y se procede a forrar con el plástico.</b>	¿Por qué se hace así?	Porque es la manera empírica en la que han trabajado siempre.
	¿Es preciso hacerlo así?	No
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se podría estandarizar el proceso y dar pautas de cómo realizarse la actividad, ello con la finalidad de preservar la integridad del trabajador.

- **BALANCE DE LÍNEAS**

Como parte de la evidencia mostrada de la falta de estandarización y orden de las operaciones realizadas en el proceso productivo mediante la herramienta 5WH, se complementa este estudio con el estudio del balance de líneas a los tiempos promedios de las operaciones y transportes durante la producción. A continuación, se presentan el diagrama de precedencia:



*Figura 20. Diagrama de precedencia actual*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

Cabe señalar que cada etapa es considerada una estación de trabajo y en el diagrama de precedencia se muestra el tiempo total de la línea y de cada estación para la producción de 51,5 kg que representa una manga plástica de 40 pulgadas. Para el cálculo de los indicadores de la línea, se tienen en cuenta las fórmulas presentadas en la base teórica.

*Tabla 38. Indicadores de línea Actual*

<b>Indicador</b>	<b>Actual</b>
Minuto Operario	143,89 min
Ciclo de control	44,63 min
Número Operarios	6 operarios
Total, minutos por línea	267,78 min por línea
% balance	53,73%
Kg/h	69,24 kg/hora
Horas / Turno	11,25 horas/turno
Unidades / Turno	778,90 kg/turno
Sueldo operario día	20,83 soles/ día
Costo x Unidad	8,26 soles/ unidad de 51,5 Kg
Número de estaciones	7 estaciones
Tiempo de ciclo	98,96 min
Eficiencia de línea	31,68%
Tiempo muerto	213,45 min

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

Finalizado el análisis se tiene que el principal indicador de porcentaje de balance de línea es de 53,73 % y además la eficiencia de la línea es de 31,68 %, reflejando así una deficiencia en la producción.

### c. PROBLEMA 3: TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

#### Causa 3. Inadecuada distribución de planta

El centro laboral actualmente no tiene definidas sus áreas de trabajo, debido a que su distribución desde los inicios fue empírica y en base a conocimientos adquiridos por el dueño de la empresa. Los almacenes de materiales y herramientas son ubicados en los espacios que tengan disponibles, sin tomar en cuenta que los tiempos improductivos de transporte de un área a otra. Por otro lado, se observan que las condiciones de trabajo son inseguras dentro de las instalaciones (no hay uso de EPP's,) esto genera malestar y exposición en los trabajadores, así mismo, dificulta el flujo de actividades, causando baja producción y como consecuencia un bajo nivel de servicio. Cabe señalar que el trabajo al ser empírico y no estandarizado los operarios no tienen definidas sus funciones, y por ende sus tiempos no están definidos.

En la Figura 21, se observa la parte posterior del área de extruido, en donde podemos observar las zonas inseguras de la empresa por los cables expuestos y enrollados en las paredes.



*Figura 21. Puesto de trabajo área de extrusión  
Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

Además, se puede ver al operario trabajando sin equipo de protección personal, exponiendo su vida, ya que la máquina peletizadora es una máquina eléctrica que también tiene una zona de enfriamiento y esa agua puede caer en el suelo y ocasionar algún accidente (Ver Figura 22).



*Figura 22. Área de Paletizado y Pesado*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*



*Figura 23. Producto terminado y espacio de tucos*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

En la figura 23, 24 y 25 se puede observar desorden en los lugares asignados para materiales y productos, los cuales generan un flujo lento y riesgos de accidentes. A continuación, se muestra el desorden en las diferentes áreas de trabajo de la empresa.



*Figura 24. Materia Prima Acumulada*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*



*Figura 25. Desorden en la empresa*  
*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

En la Tabla 39, se muestra una lista de verificación del proceso productivo, en dónde se analiza el área de producción. Esto va enfocado al tema de organización, limpieza, estandarización y la propuesta de seguir mejorando. Además, ayuda a eliminar tiempos muertos y reduce costos.

Tabla 39. Lista de Verificación -5S

LISTA DE CHEQUEO				
<b>ÁREA:</b>	Producción	<b>Fecha:</b>	5/10/2018	
<b>REALIZA DA POR:</b>	Jessica Mijahuanca Villalobos			
ITEM	Criterio a verificar	Sí	No	Observación
1	¿El área de producción presenta elementos rotos, deteriorados u obsoletos?	x		En el área de producción se tiene una máquina obsoleta.
2	¿El área de producción a simple vista es agradable? ¿Es decir, no se encuentran materiales de grasa, basura o polvo?		x	
3	¿Las áreas de producción tienen exceso de materia prima, productos terminados y otros materiales?	x		Se observa acumulación de materia prima debido al exceso de abastecimiento de los proveedores.
4	¿Las condiciones de trabajo son seguras? Por ejm: No hay pisos mojados, objetos que puedan caer o tropezarse con alguno.		x	Hay pisos mojados por la máquina peletizadora y desorden en la ubicación de equipos (balanza).
5	¿Hay espacios libres usados adecuadamente? Por ejm: ¿No hay productos terminados, materiales o herramientas en los pasillos del área de producción?		x	
6	¿El personal tiene hábito de mantener su área de trabajo limpia?		x	
7	¿Los trabajadores usan equipos de protección personal? (¿zapatos de seguridad, guantes, respiradores?)		x	Uno de los maquinistas del área de extrusión usa los zapatos de seguridad, los demás trabajadores no conocen la importancia del uso ellos y otros EPP's.
8	¿Las zonas de salidas de emergencia y evacuación, son visibles?		x	
9	¿Hay señalización de riesgos laborales en el área de producción? Por ejm: Riesgos de electricidad (alta tensión)	x		La señalización se muestra deteriorada.
10	¿Cada elemento en el área de trabajo tiene un lugar asignado?	x		
11	¿Los espacios de almacenamiento son más grandes de lo que ocupa el espacio?		x	
12	¿Los baños están en condiciones óptimas (sin malos olores, sin fuga de agua, entre otros)?		x	
13	¿Las instalaciones, mobiliarios y equipos están en buen estado?		x	

#### d. PROBLEMA 4: PERSONAL NO CAPACITADO

##### Causa 4. Falta de capacitación al personal

Se elaboró una encuesta hacia los operarios del área de producción (Ver Anexo 1), la cual tenía como objetivo tener un valor cuantitativo del grado de capacitación de los operarios e identificar los problemas que afectan el desarrollo de su trabajo.

En la Tabla 40, se muestran los resultados de la encuesta en dónde se logró identificar que la empresa en estudio no ha brindado capacitación alguna a los operarios, así mismo se consideró agregar preguntas sobre que causas dificultan la realización de sus actividades para poder tener una idea de las posibles mejoras a realiza. Por otro lado, se consideró necesario conocer que alternativas de solución los operarios propondrían, ya que ellos tienen contacto directo con el proceso a diario.

Tabla 40. Resumen de encuesta

Preguntas	Sí	No		
1. ¿Está Satisfecho con la labor que realiza?	9	3		
2. ¿Alguna vez ha recibido alguna capacitación para desarrollar su labor dentro de la empresa?	0	12		
3. ¿Usted como trabajador cree que trabaja con las condiciones adecuadas de seguridad de acuerdo a la labor que desempeña?	3	9		
4. ¿Marque con una "x" la opción que usted considere el mayor problema que afecta a la forma en como desarrolla su trabajo?	<b>Mala distribución de planta.</b>	2	<b>Condiciones de trabajo.</b>	3
	<b>Falta de capacitación.</b>	7	<b>Otra.</b>	0
5. Qué alternativa de solución plantearía para mejorar su área de trabajo?	<b>Reorganizar la distribución de planta.</b>	2	<b>Mejorar el ambiente de trabajo.</b>	4
	<b>Capacitar al personal.</b>	6	<b>Otra.</b>	0

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

#### 3.3.2. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

Para determinar el enfoque de ejecución del proyecto utilizaremos la matriz de operacionalización (Tabla 41), ya que es aquella que permite evaluar el grado de coherencia y lógica entre el título, el problema, los objetivos, las variables, las metodologías, las técnicas, los logros a alcanzar y los indicadores que ayudarán a la investigación.

### 3.3.2.1. Matriz de consistencia

Tabla 41. Matriz de consistencia

Área	Problemas	Subproblemas	Causas	Metodologías	Técnicas	Logros	Indicador
Producción	Bajo nivel de servicio	Mermas de Mangas plásticas de 40 pulgadas	Material de ingreso no cumple con las especificaciones establecidas (Scrap y pellets)	Estandarización de procesos	Procedimiento de selección y evaluación de proveedores	Material de ingreso cumpla con las especificaciones establecidas	Cantidad de materia prima defectuosa
					Plan de mejora de proveedores de materia prima		
					Procedimiento de control y pesado de materia prima en la etapa de recepción		
	Métodos de trabajo no estandarizados	Ausencia de métodos de trabajo estandarizados	Estandarización de tiempos	Cálculo de número de observaciones. Cálculo de tiempo promedio, estándar, normal	Incremento de la producción de mangas plásticas.	Nivel de servicio. Producción	
Plan de mejora para reducción de actividades improductivas y cuello de botella							
Tiempos improductivos y cuello de botella							
Tiempos improductivos	Distribución inadecuada de planta y puestos de trabajo	Redistribución de planta	SLP y Diseño de puestos de trabajo	Ambientes y puestos adecuados	Actividades improductivas y productivas		
Personal no capacitado	Falta de capacitación del personal	Plan de capacitación	Necesidad de capacitación y programa de capacitación	Personal con las competencias necesarias	Personal capacitado		

### 3.4. PRIORIZACIÓN DE FACTORES – MEJORAS

Se realizó un análisis semicuantitativo (matriz de enfrentamiento) en dónde se comparan las causas del problema entre sí, ello permite evaluar la importancia relativa de un factor respecto a otro, obteniendo así un porcentaje de verificación para las causas a tratar.

Para evaluar la matriz se usa la escala de valoración de factores en dónde se asigna el valor de 1 si el factor es más importante que el factor con el que se le compara o si tiene una importancia equivalente, y finalmente tenemos que se le asigna un valor de 0 al factor menos importante ( Ver Tabla 42).

*Tabla 42. Escala de Valoración de Factores*

<b>1</b>	más importante/ importancia equivalente
<b>0</b>	menos importante

*Tabla 43. Factores de priorización*

<b>FACTORES DE PRIORIZACIÓN</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Conteo</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>A</b>		1	1	0	1	3	27%
<b>B</b>	0		1	0	1	2	18%
<b>C</b>	0	1		1	0	2	18 %
<b>D</b>	0	1	1		1	3	27%
<b>E</b>	0	1	0	0		1	9%
<b>TOTAL</b>						11	100%

**A:** Incumplimiento de especificaciones de material de ingreso (Scrap).

**B:** Ausencia de métodos de trabajo estandarizados

**C:** Tiempos improductivos y cuello de botella

**D:** Distribución inadecuada de planta

**E:** Falta de capacitación del personal

Terminada la matriz de enfrentamiento tenemos que las causas que debemos priorizar son las del incumplimiento de las especificaciones de ingreso de materia prima a la empresa, por consiguiente, la ausencia de métodos de trabajo estandarizados y la distribución de planta que trae consigo los tiempos improductivos y el cuello de botella

generado por la máquina extrusora y finalmente la falta de capacitación del personal ( Ver Tabla 43).

En la Tabla 44, se tiene la escala de valoración con la cual se priorizará el desarrollo de las mejoras.

*Tabla 44. Escala de Valoración*

<b>Excelente</b>	<b>10</b>
<b>Muy bueno</b>	<b>8</b>
<b>Bueno</b>	<b>6</b>
<b>Regular</b>	<b>4</b>
<b>Deficiente</b>	<b>2</b>

Posteriormente usamos el análisis de factores ponderados en dónde tenemos en filas las herramientas de mejora y de manera vertical las causas del bajo nivel de servicio. Aplicando este método se logrará determinar el orden del desarrollo de las metodologías a usar con relación con la causa.

*Tabla 45. Matriz de enfrentamiento*

Factores	Ponderación	Estandarización de procesos		Redistribución de planta		Estandarización de tiempos		Plan de capacitación	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
<b>A</b>	27%	10	2,73	0	0,00	0	0,00	4	1,09
<b>D</b>	18%	10	1,82	4	0,73	6	1,09	2	0,36
<b>B</b>	18%	10	1,82	8	1,45	8	1,45	0	0,00
<b>C</b>	27%	2	0,55	10	2,73	6	1,64	0	0,00
<b>E</b>	9%	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	0,91
	100%		6,91		4,91		4,18		2,36

**F:** Estandarización de procesos

**G:** Redistribución de planta

**H:** Estandarización de tiempos

**I:** Plan de capacitación

Finalmente, tenemos que la primera metodología a usar esa la de estandarización de procesos, y así sucesivamente según el puntaje obtenido como se puede observar en la Tabla 45.

### 3.5. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO

#### 3.5.1. Mejora 1: Plan de mejora con proveedores y control de materia prima.

Se evidenció que la empresa A&C PLAST cuenta con 21 proveedores a más, que entregan materia prima a la empresa en grandes y pequeñas cantidades. Actualmente los proveedores abastecen a la empresa de una manera inadecuada, es decir, que el material no cumple con las especificaciones mínimas requeridas (Ver Figura 26). Si bien es cierto el material reciclado no llega íntegro en sus características, pero es de suma importancia que los proveedores tomen conciencia que para que las actividades se realicen con normalidad en el proceso productivo, el producto debe llegar con una cantidad mínima de impurezas, humedad y mezcla con basura.

La propuesta consiste en evaluar y seleccionar a los proveedores, para ello se realizó un procedimiento de selección y evaluación de proveedores como se observa en la Tabla 46, en donde se creó un formato de evaluación con criterios que la empresa requiere. Asimismo, se procedió a realizar un procedimiento de control de materia prima e insumos, para mejorar el control (Ver Tabla 53).

A continuación, se muestran las especificaciones técnicas del material de ingreso a la empresa A&C PLAST, en esta se señala las condiciones de entrega y la cantidad mínima de impurezas aceptadas.

	<p align="center"><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIA PRIMA</b></p>
<p align="center"><b>PRESENTACIONES</b></p>	<p><b>TIPO DE MATERIAL</b></p>
	<p><b>PET</b> (se aceptan todo los colores) procedentes de recogida selectiva &gt;95.50% ( esto puede incluir etiquetas). La humedad está incluida en el porcentaje. Impropios &lt;4.50% (otros materiales plásticos)</p> <p><b>CONDICIONES DE ENTREGA</b></p> <p>EMPAQUETADO: <b>COMPACTO , SACAS</b></p> <p>PESO IDEAL: <b>200-250 Kg (SACAS); 80Kg-120 Kg (COMPACTO)</b></p>

Figura 26. Especificaciones técnicas de Materia prima

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

Tabla 46. Procedimiento de Selección y Evaluación de Proveedores

<b>Código:</b> P – SEP – 001	<b>Versión:</b> 01	<b>Fecha:</b> diciembre de 2018
<b>PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>		
<b>1. Objetivo</b>		
Asegurar la selección y evaluación de proveedores de productos y servicios que abastecen a la empresa AYC Plast E.I.R.L.		
<b>2. Alcance</b>		
El presente procedimiento es aplicable para el área de producción y administración de la empresa.		
<b>3. Responsables</b>		
3.1. Gerente General		
3.2. Administrador		
<b>4. Desarrollo</b>		
4.1 Identificación de requisitos		
El gerente general identifica a los proveedores que considera son capaces de cubrir con los requisitos; una vez identificados se les envía una Solicitud de Información, en dónde se indica que requiere proveedores de materia prima, capaces de abastecer hasta 1000 kg por día de scrap en óptimas condiciones.		
4.2 Convocatoria de proveedores		
El administrador realiza la convocatoria respectiva solicitando a los proveedores que cumplan con los requisitos estipulados.		
4.3 Análisis de cumplimiento de requisitos del proveedor		
El administrador analiza el cumplimiento de los requerimientos de los proveedores en postulación.		
4.4 Selección del proveedor		
El administrador selecciona al proveedor.		
4.5 Evaluación del proveedor		
El administrador evalúa y reevalúa a los proveedores de manera mensual, entregando el informe a administración para las medidas correctivas frente a los proveedores.		
<b>4. Diagrama de bloques</b>		
<pre> graph TD     A[Identificación de requisitos] --&gt; B[Convocatoria de proveedores]     B --&gt; C[Análisis de cumplimiento de requisitos del proveedor]     C --&gt; D[Selección del proveedor]     D --&gt; E[Evaluación del proveedor]         </pre>		
<b>5. Formatos</b>		
Formato de Criterios de Evaluación y Selección de Proveedores F-ESP-001		
<b>6. Realizado por:</b>		
Jessica Paola Mijahuanca Villalobos		
<b>7. Aprobado por:</b>		
Gerente General empresa		

### Formato de Criterios de Selección de Proveedores F-ESP-001

- a. Para iniciar el proceso de selección y evaluación de proveedores se tiene que priorizar los factores a considerar por la empresa. En este caso las variables que serán tomadas en cuenta son las de precio, calidad y cantidad.

Tabla 47. Criterios de evaluación para proveedores

CRITERIOS	PRECIO	CALIDAD	CANTIDAD	CÓDIGO	F-ESP-001
				SUMA	PONDERACIÓN
PRECIO		1	2	3	33,33%
CALIDAD	2		2	4	44,44%
CANTIDAD	1	1		2	22,22%
TOTAL				9	100%

La escala de valoración usada fue la siguiente:

- 1: Igualdad en importancia/ preferencia
- 2: Mayor importancia/ preferido
- 5: Significativamente más importante/ preferido


- b. Continuando con la evaluación de los criterios, tenemos que la variable con mayor importancia es la calidad, sucesivamente el precio y finalmente la cantidad a abastecer. Se procederá a anticipar las posibles calificaciones de la misma según el cumplimiento del proveedor. Ver Tabla 48.

Tabla 48. Calificación del proveedor según requerimiento

CRITERIO	PONDERACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO
<b>CALIDAD DEL PRODUCTO</b>	44,44%	No cumple con las especificaciones establecidas por la empresa ( <b>0 puntos</b> )	Cumple con la mitad de las especificaciones brindadas ( <b>22,22 puntos</b> )	Cumple con todas las especificaciones brindadas ( <b>44,44 puntos</b> )
<b>PRECIO DEL PRODUCTO</b>	33,33%	Sobrepasa el presupuesto dispuesto en la empresa. ( <b>0 puntos</b> )	-	Cumple con el presupuesto dispuesto por la empresa ( <b>33,33 puntos</b> )
<b>CANTIDAD REQUERIDA</b>	22,22%	No cumple con la cantidad mínima requerida por la empresa ni la frecuencia estimada para ser un proveedor directo. ( <b>0 puntos</b> )	Cumple con la cantidad solicitada y no con la frecuencia de entrega (o viceversa) ( <b>11,11 puntos</b> )	Cumple con la cantidad requerida por la empresa para ser un proveedor directo. ( <b>22,22 puntos</b> )

- c. A continuación, se presenta el formato de evaluación y reevaluación de proveedores, este ayudará al finalizar la calificación a seleccionar con que proveedor quedarse.

Tabla 49. Evaluación y Reevaluación de Proveedores

	<b>EVALUACIÓN Y REEVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>			<b>Código:</b>	F- ESP – 002
				<b>Página:</b>	1 de 1
				<b>Fecha:</b>	
<b>NOMBRE DEL PROVEEDOR</b>					
<b>RAZÓN SOCIAL</b>					
<b>CÓDIGO DE PROVEEDOR</b>					
<b>MATERIA PRIMA ( )</b>					
<b>CRITERIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>PUNTAJE</b>	
<b>CALIDAD DEL PRODUCTO</b>	Mantiene el porcentaje de cumplimiento mayor o igual al 95.5%		44,44%		
	El porcentaje de cumplimiento es menor al 80 %. y 95,5%				
	El porcentaje de cumplimiento es menor al 50 % y 85 %				
<b>PRECIO DEL PRODUCTO</b>	El precio es menor o igual a S/2,00		33,33%		
	El precio es mayor a S/2,00				
<b>CANTIDAD REQUERIDA</b>	Cumple con la cantidad solicitada y la frecuencia (2 veces por semana y cantidad mínima de 1 t)		22,22%		
	Cumple con la cantidad solicitada y no con la frecuencia de entrega (o viceversa)				
	No Cumple con la cantidad requerida y la frecuencia (2 veces por semana y cantidad mínima de 1 t) o viceversa.				
<b>TOTAL</b>			100%		
<b>EVALUADO POR</b>					
<b>NOMBRE</b>	Jessica Paola Mijahuanca Villalobos		<b>FECHA:</b>	<b>FIRMA:</b>	

Al finalizar la evaluación se debe colocar el puntaje obtenido de la suma de los 3 criterios evaluados (Ver Tabla 50). Posteriormente se usa una calificación por puntaje; esto definirá si el proveedor es aprobado o desaprobado (Ver tabla 51).

*Tabla 50. Puntaje final del proveedor*

<b>RESULTADO</b>	
<b>Puntaje obtenido</b>	

*Tabla 51. Puntaje de calificación*

<b>CALIFICACIÓN</b>	
<b>MAYOR A 75 PUNTOS</b>	EL Proveedor está aprobado
<b>ENTRE 65-75</b>	EL Proveedor queda aprobado provisionalmente.
<b>MENOR A 65</b>	EL Proveedor queda desaprobado

Después de calificar al proveedor, se marca con una x la siguiente tabla y se procede a tomar medidas, tales como de advertencia

*Tabla 52. Selección final de proveedor*

<b>APROBADO</b>	
<b>APROBADO PROVISIONALMENTE</b>	
<b>DESAPROBADO</b>	

**PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**

**1. Objetivo**

Garantizar que la materia prima sea almacenada, recepcionada y despachada de manera eficaz, cuidando la calidad del producto y llevando un correcto control de este.

**2. Alcance**

El presente procedimiento es aplicable para el área de producción.

**3. Responsables**

*3.1. Operarios de recepción*

- Recepciona la materia prima y controla parámetros como el pesado, libre de humedad y libre de suciedad.
- Ubica adecuadamente en un lugar limpio, delimitado y con un espacio correcto la materia prima.

*3.2. Administradora de compra y ventas*

- Codifica el lote del proveedor entregado

**4. Desarrollo**

*4.1 Ingreso de materia prima*

El operario de recepción recibe la materia prima e inspecciona los mismos a través de las especificaciones. Deberá confirmar el peso de la materia prima, así como el que esté libre de impurezas. Además, deberá asegurarse que el proveedor cumpla con los siguientes requisitos:

*4.2 Codificación de lotes por proveedor*

La administradora codifica los lotes de materia prima, y el operario almacenero se encarga de pegar un sticker con su código, identificando que ingresa al almacén.

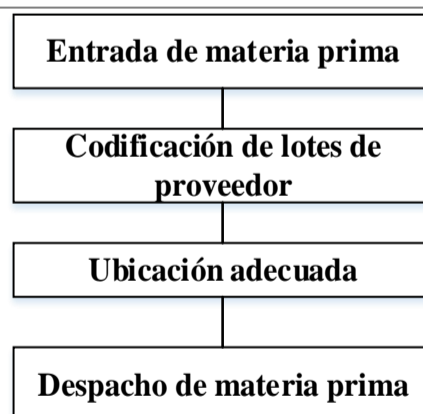
*4.3 Ubicación adecuada*

El operario, coloca de manera adecuada la materia prima en un lugar limpio y espacioso del almacén, que esté libre de humedad y polvo.

*4.4 Despacho de materia prima*

Al momento de despacho de la materia prima, se deberá llevar un formato de salidas, en el cual el almacenero, de constancia de los movimientos dados de la materia prima hacia el inicio del proceso productivo.

**4. Diagrama de bloques**



**5. Formatos**

Formato de recepción de materia prima e insumos F-RPM-001

**6. Realizado por:**

Paola Mijahuanca


**7. Aprobado por:**

Gerente General Empresa

- **Formato de recepción de materia prima F-RPM-001**

Se realizó una lista de verificación de materia prima con la finalidad de realizar una inspección cualitativa del estado o condición en el que llega. Todo ello tiene la finalidad de facilitar la evaluación de los proveedores y tomar la desición de elegir a los que que cumplan en mayor proporción, ya que este es un factor que afecta de manera directa al proceso

*Tabla 54. Lista de verificación de Materia prima*

	<b>LISTA DE VERIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA</b>	<b>Código:</b>	<b>F-RPM-001</b>
		<b>Fecha:</b>	
		<b>Código de proveedor:</b>	
<b>TIPO DE MATERIAL: POLIETILENO RECICLADO (RPET)</b>			
<input type="checkbox"/>	POLIETILENO EN SACAS DE 200-250 KG	PESO:	
<input type="checkbox"/>	POLIETILENO COMPACO 80-120 KG	PESO:	
<input type="checkbox"/>	POLIETILENO HÚMEDO		
<input type="checkbox"/>	POLIETILENO C/IMPUREZAS		
<input type="checkbox"/>	POLIETILENO MEZCLADO C/ OTROS PLÁSTICOS		
<input type="checkbox"/>	POLIETILENO DE COLORES		

Esta lista de verificación será llenada por la administradora de la empresa durante la entrega de materia prima de los proveedores, posteriormente esta información se almacenará en un sistema informático que permita conocer la trazabilidad del producto. En la Tabla 54 se muestra la lista de verificación de materia prima.

### **3.5.2. Mejora 2: Redistribución De Planta (Inclusión De Áreas) Y Diseño De Puestos De Trabajo.**

Se realizó la distribución de planta tomando en cuenta la metodología de SLP (System Layout Planning). Esta metodología permite mejorar el proceso de producción mediante la reducción de distancias del flujo de material, tiempos de transporte, riesgos laborales y mejora en la calidad final del producto. Para la siguiente propuesta se consideró agregar área de inspección de materia prima para un mayor control del Scrap que ingresa, así mismo el área de control de calidad que permitirá evitar mermas en el producto terminado, residuos sólidos, almacén de herramientas y tucos que han sido ubicados estratégicamente cerca al área de producción, para tenerlos en el tiempo requerido y lugar. Complementando a esta mejora se realizarán diseño de puestos trabajo e instructivos con métodos de trabajo estandarizados.

1. Oficinas administrativas
2. Servicios higiénicos
3. Almacén 1 (Materia Prima e Insumos)
4. Almacén 2 (Producto Terminado)
5. Almacén de producto en proceso (pellets)
6. Área de mangueras de regadío
7. Área de pesado de Scrap
8. Área de inspección de materia prima
9. Área de Peletizado
10. Área de control de calidad
11. Área de pesado de pellets y colorante
12. Área de mezcla
13. Área de extrusión
14. Pesado de Producto terminado
15. Almacén de Herramientas
16. Almacén de tucos
17. Comedor
18. Área de residuos sólidos

Como se evidencia en el diagrama de recorrido (Figura 16), la empresa AYC PLAST, no tiene una distribución adecuada, por lo que causa grandes recorridos, en particular en el transporte del área de extrusión a almacén de producto terminado, además no se encuentran definidos los almacenes de materia prima, en proceso, entre otras. Es por ello que con la finalidad de reducir los tiempos de transporte se usa el método de SLP, que permitirá visualizar y valorar todos los elementos y relaciones existentes entre cada uno de ellos. Se hacen uso de los valores de proximidad que se ven en la Tabla 4.

A continuación, en la *Tabla 55*, se presenta una matriz de doble entrada en dónde se identifica la importancia de proximidad entre un área y otra.

Así mismo en la matriz triangular se ve la relación de actividades conforme a los valores asignados de proximidad de las áreas de producción, todo ello con la finalidad que el flujo sea más eficiente (Ver Figura 27).

En el gráfico de relaciones( Ver figura 28) , se puede observar que la proximidad del almacén de materia prima debe ser cercana al área de pesado de Scrap e inspección de materia prima y propiamente al área de Peletizado aledaño a control de calidad, ya que esto permitirá tomar decisiones asertivas para mejorar el flujo de producción y evitar mermas, también se tiene que el almacén de producto en proceso (pellets) debe estar cerca al área de Peletizado y mezcla, para ahorrar tiempos muertos y finalmente el área de extrusión debe ser cercano al pesado de producto terminado, almacén de tucos, almacén de mangueras de regadío y producto terminado.

A continuación, se presenta diagrama de redes de actividades propuesto en la empresa, intentando que las relaciones de fuerte intensidad (Cuatro, tres y dos líneas) no se crucen.

Tabla 55. Tabla de relaciones de áreas

ÁREAS	OF.AD	SS. HH	ALM 1	ALM2	ALM PP	ALM MR	P.SCR	INS.MP	A. PELE	A.CC	PESADO	A. MEZC	Á. EXT	P.pt	Alm.herr	Alm.tucos	Comedor	RS
Oficinas administrativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS. HH	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almacén 1- Materia prima	I	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almacén2- Producto terminado	I	U	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almacén de producto en proceso	U	U	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almacén de mangueras de regadío	U	U	U	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de pesado de Scrap	U	U	A	U	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de inspección de materia	U	U	E	U	U	U	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de Peletizado	U	U	A	U	E	U	U	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de control de calidad	U	U	O	U	U	U	U	O	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de pesado de pellets y colorante	U	U	O	U	I	U	U	U	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
Área de mezcla	U	U	U	U	E	U	U	U	U	U	O	-	-	-	-	-	-	-
Área de extrusión	U	U	U	E	I	E	U	U	I	U	U	A	-	-	-	-	-	-
Pesado de Terminado	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	A	-	-	-	-	-
Almacén de herramientas	U	U	U	U	U	U	U	U	I	U	U	U	I	U	-	-	-	-
Almacén de tucos	U	U	U	U	U	U	O	O	U	U	U	U	E	U	U	-	-	-
Comedor	I	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	-	-
Área de R. Sólidos	O	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E	-



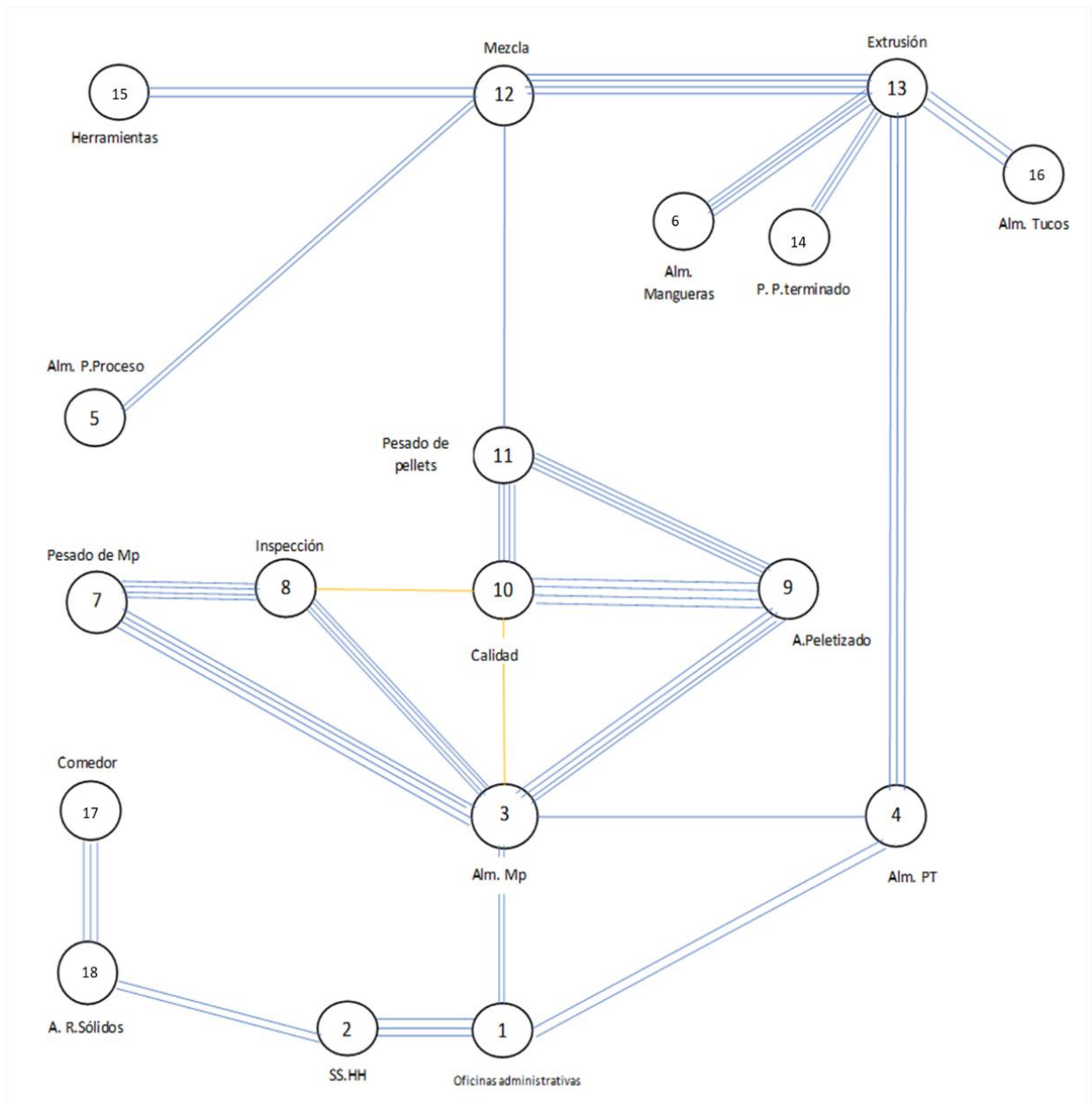
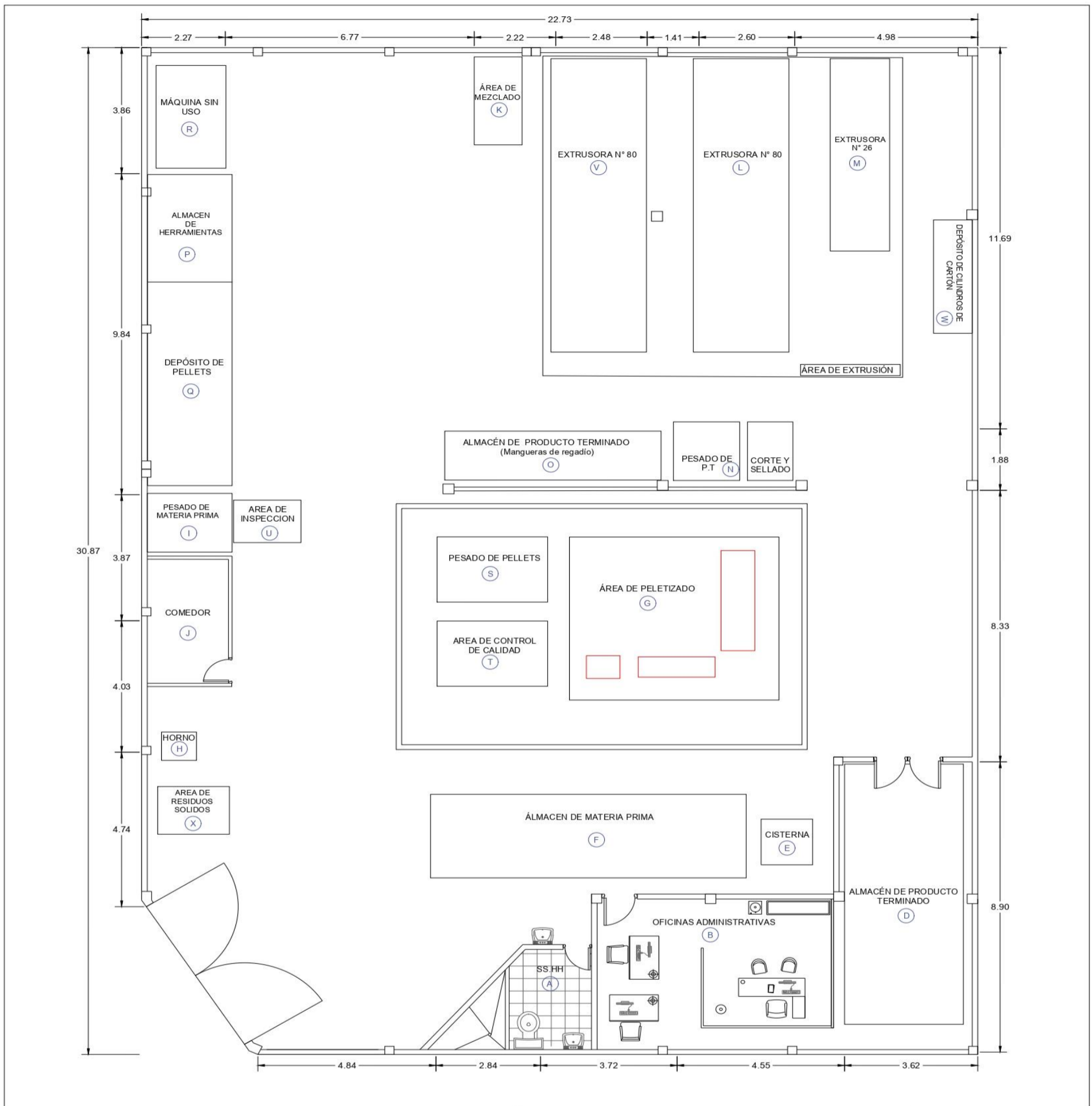


Figura 28. Diagrama de relaciones de las actividades

En base a la tabla, gráfico y diagrama de relaciones de actividades, se presenta la propuesta de distribución de planta mejorada (Ver Figura 29)

- **RESULTADO**

Usando el método de SLP, se logró una nueva distribución de planta en dónde se consiguió reducir tiempos de transporte de los materiales en proceso y terminados. Esta reducción representa un total de 33,73 metros y se tiene que los tiempos improductivos ahora representan un 8,9 %, siendo 91,1 % más productivos en las actividades del proceso.



<b>LEYENDA</b> (A) SS.HH (B) OFICINAS ADMINISTRATIVAS (C) ALMACÉN DE HERRAMIENTAS (D) ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO (E) CISTERNA (F) ÁLMACÉN DE MATERIA PRIMA (G) ÁREA DE PELETIZADO (H) HORNO ARTESANAL (I) PESADO DE MATERIA PRIMA		(J) COMEDOR (K) ÁREA DE MEZCLADO (L) EXTRUSORA N° 80 (M) EXTRUSORA N° 26 (N) PESADO DE PRODUCTO TERMINADO, CORTE Y SELLADO (O) ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO (Mangueras de regadío) (P) ALMACÉN DE HERRAMIENTAS Y COLORANTE		(Q) DEPÓSITO DE PELLETS (R) MÁQUINA SIN USO (S) PESADO DE PELLETS (T) ÁREA DE CONTROL DE CALIDAD (U) ÁREA DE INSPECCIÓN (V) EXTRUSORA N° 80 (W) ÁLMACÉN DE TUCOS (CILINDROS DE CARTÓN) (X) ÁREA DE RESIDUOS SÓLIDOS	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b>					
<b>PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA A&amp;C PLAST E.I.R.L</b>					
<b>DIBUJADO POR: Jessica Paola Mijahuanca Villalobos</b>				<b>ESCALA: 1:100</b>	

Figura 29. PLANO MEJORADO  
Fuente: AYC Plast E.I.R.L

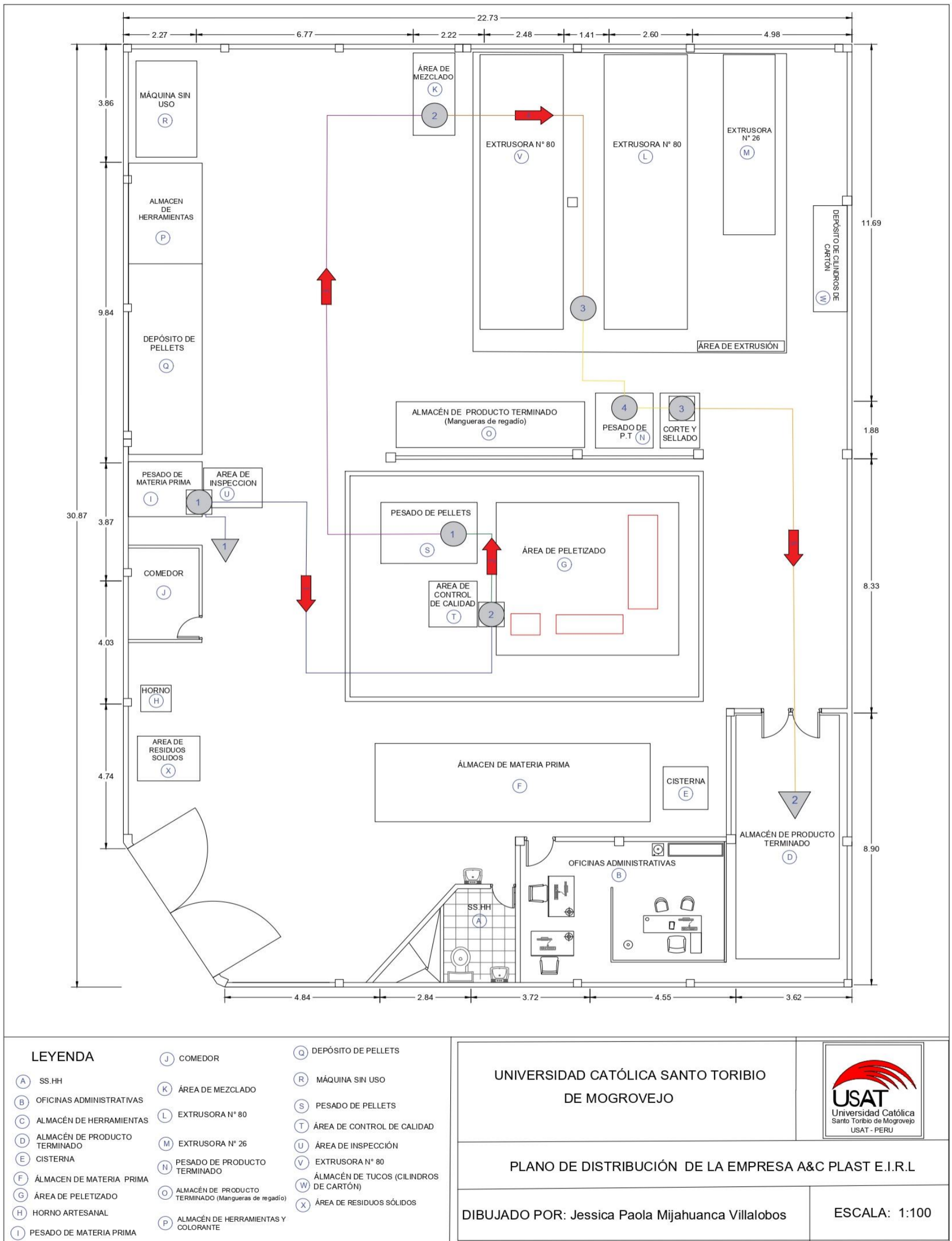


Figura 30. Plano de recorrido-Mejorado

Fuente: AYC PLAST E.I.R.L

### 3.5.2.1. Reducción del cuello de botella

Dentro del proceso de producción, se tiene una limitación para que se le logre producir más unidades. Según el DOP presentado anteriormente el cuello de botella está presente en la etapa de extrusión, en dónde el tiempo de proceso equivale a un total de producción de 44,63 minutos por una manga plástica de 51,5 kg en promedio. Es por ello que se propone la adquisición de una extrusora con la misma capacidad para así poder reducir el cuello de botella. Para la adquisición de la máquina extrusora se solicitó 4 cotizaciones mediante las cuales se pudo realizar una comparación de diversos factores que ponderamos, como se puede mostrar en la Tabla 56. Se utilizó la escala de importancia mostrada en la Tabla 57.

*Tabla 56. Ponderación de factores*

Factores	Capacidad	Instalación	Precio	Lugar de llegada	Garantía	Consumo de energía KW/Hora	Conteo	Ponderación
Capacidad		1	1	1	1	1	5	25%
Instalación	1		1	0	1	1	4	20%
Precio	1	1		0	1	1	4	20%
Lugar de llegada	0	0	1		0	0	1	5%
Garantía	0	1	1	0		0	2	10%
Consumo de energía Kw/hora	1	1	1	0	1		4	20%
<b>Total</b>							<b>20</b>	<b>100%</b>

*Tabla 57. Escala de Valorización de importancia*

<b>1</b>	<b>más importante/ importancia equivalente</b>
<b>0</b>	<b>menos importante</b>

Finalmente, para realizar la elección de la mejor extrusora en base a los factores elegidos con la escala de importancia. Se hará uso de una escala que permita calificar que tan bueno o deficiente es. A continuación, se muestra la escala que se usará para la matriz de confrontación.

*Tabla 58. Escala de valorización para la matriz de confrontación*

<b>Excelente</b>	<b>10</b>
<b>Muy bueno</b>	<b>8</b>
<b>Bueno</b>	<b>6</b>
<b>Regular</b>	<b>4</b>
<b>Deficiente</b>	<b>2</b>

En la Tabla 59, se muestra la matriz de confrontación de extrusoras en dónde los factores a tomar en cuenta fueron : capacidad (80 kg/hora) ya que se requería que tenga la misma que la actual para lograr reducir el cuello de botella de la máquina extrusora , instalación incluida debido a que esto permitiría evitar un costo adicional, Valor económico o precio, ya que se verificaría que incluye la compra . Por otro lado, tenemos el consumo de energía, un factor predominante que incurrirá mucho en el tema de costos de producción de la empresa; la garantía ya que permitía tener un respaldo por parte del proveedor y finalmente se consideró el lugar de llegada, debido a que las máquinas son importadas y nos importa mucho el tema de evitar exceso de gastos.

Tabla 59. Matriz de confrontación de extrusoras

Factores	Ponderación	Extrusora ETC-E65/30S		Extrusora VM/HL-50 EZ		Extrusora VM/HL-55 EZ		Extrusora VM/HL-65 EZ	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
<b>Capacidad</b>	25%	8	2,00	2	0,50	8	2,00	8	2,00
<b>Instalación incluida</b>	20%	8	1,60	2	0,40	2	0,40	2	0,40
<b>Precio</b>	20%	6	1,20	8	1,60	6	1,20	4	0,80
<b>Consumo de energía Kw/hora</b>	20%	6	1,20	8	1,60	6	1,20	6	1,20
<b>Garantía</b>	10%	6	0,60	6	0,60	6	0,60	6	0,60
<b>Lugar de llegada</b>	5%	4	0,20	4	0,20	4	0,20	4	0,20
<b>Total</b>	100%		6,60		4,70		5,60		5,20

La máquina elegida después del análisis de factores es de la empresa **Eco-tech corporation** de la ciudad de lima, ya que cumple con requerido y además no cobra la instalación sino sólo viáticos (hospedaje, alimentación) para que los trabajadores de la empresa puedan venir a realizar la instalación. En el Anexo 2, se muestran las cotizaciones de las maquinarias. A continuación, se presenta la extrusora a comprar con sus especificaciones técnicas.

**Tabla 60. Ficha técnica Extrusora a comprar**

<b>EXTRUSORA PARA POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD 1200</b>	
<b>Modelo</b>	ETC- E65/30 S
<b>Ancho de manga</b>	400-1200 mm
<b>Espesor de película</b>	0,008-0,12 mm
<b>Motor principal</b>	30 kw+ variador de frecuencia
<b>Controles de Temperatura</b>	3 por barril
<b>Consumo promedio</b>	31 kw
<b>Soplador de aire</b>	3 kw
<b>Motor de tracción</b>	1,5 kw+ variador de frecuencia
<b>Torre de tracción</b>	sube y baja
<b>Diámetro de tornillo</b>	65 mm, material 38 CrMoAl y nitrogenado 72 horas
<b>Relación de tornillo</b>	30:1
<b>Velocidad de tornillo</b>	10-100r/minuto
<b>Cabezal</b>	Giratorio 280 mm
<b>Ancho de rodillo</b>	13000 mm
<b>Bobinador</b>	dos estaciones, motores con variador de frecuencia.
<b>Peso</b>	3500 kg
<b>Dimensiones</b>	6800x7800x6300
<b>Producción</b>	80 kg/hora
<b>Accesorios</b>	pistones y ejes
	Iris de aluminio
<b>Precio</b>	\$34000 más IGV
<b>Forma de Pago</b>	al contado
<b>Tiempo de entrega</b>	48 horas
<b>Lugar de entrega</b>	la puerta de fábrica del comprador sobre transporte
<b>Garantía</b>	un año

*Fuente: Eco-tech Corporation S.A.C*

Finalizada la adquisición de la nueva máquina extrusora, se tiene que su cuello de botella lograría disminuir de 44,63 min a 22,31 minutos en tiempo promedio.

### 3.5.2.2. Diseño de puestos de trabajo

Una vez realizado el rediseño de planta mediante la metodología de SLP, es necesario organizar y estandarizar las actividades en cada puesto de trabajo debido a que como se evidenció en el diagnóstico no se encuentra en las condiciones correctas.

*Tabla 61. Diseño de puesto de trabajo pesado e inspección de materia prima*

<b>Diseño de puesto de trabajo Pesado e Inspección de Materia Prima</b>	
<b>Puesto</b>	Pesado e inspección de materia prima (Scrap)
<b>Operarios involucrados</b>	2 operarios y 1 secretaria
<b>Máquinas del puesto</b>	Balanza industrial y un recipiente de acero.
<b>Herramientas del puesto</b>	1 cúter en buen estado
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 08:00 am Turno tarde: 4:00 pm
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo de trabajo será flexible, es decir, la labor del operario sólo será cuando llegue la mercadería, en el caso terminará la labor de pesado e inspección, volverá a realizar otras actividades asignadas respectivamente. No se realizarán pausas activas, ya que este trabajo no es repetitivo durante todo el día.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:30 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:40 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
<b>Rotación de turnos</b>	Sólo se recibirá material en el turno de día y en el horario especificado
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: - Haber culminado sus estudios primarios y secundarios. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia mínima de 3 meses. - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Un tablero, lapiceros y formatos
<b>Disposiciones de SST</b>	Operario y secretaria con zapatos de seguridad. Apoyo de un segundo operario cuando la carga supere los 25 kg. Polo manga larga, jean azul, faja elástica de tirantes y guantes anticorte.
<b>Instructivo de trabajo</b>	I-PMP-001

Tabla 62. Instructivo para pesado e inspección de materia prima


<b>INSTRUCTIVO PARA EL PESADO E INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA</b>		
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	PESADO E INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA	<b>CÓDIGO: I-PMP-001</b>
<b>RESPONSABLE:</b>	OPERARIO DE PESADO	
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
<p>En este documento se detalla paso a paso las operaciones a realizar en el puesto de trabajo. Todo ello tiene la finalidad de realizar un trabajo estandarizado y cumpliendo con las políticas de la empresa, enfocadas en la calidad del producto y seguridad en el trabajo.</p>		
<b>INSTRUCCIONES A REALIZAR</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es de uso obligatorio: Botas de seguridad, Faja elástica de tirantes y Guantes anticorte.</li> <li>2. Verificar que la balanza este calibrada y apta para recibir el material.</li> <li>3.- Recepcionar la materia prima de ingreso.</li> <li>4.-Pesar la materia prima.</li> <li>5.- Realizar el muestreo del material para cerciorarse del cumplimiento de las especificaciones, es decir, tomar una saca aleatoriamente y vaciarla en el depósito de acero y pesar el material con impurezas, de ello se determinará el % aproximado de material impuro.</li> <li>6.-Verificar el cumplimiento de las condiciones de entrega.</li> <li>7.-Llenar lista de verificación <b>F-RPM-001</b>.</li> <li>8.-Se debe trasladar el material a la zona de almacenamiento, respetando el espacio de traslado de los operarios.</li> <li>9.- El operario encargado al terminar esta actividad se debe reincorporar a sus actividades en su otro puesto.</li> </ol>		
<b>FORMATOS Y REGISTROS</b>		
<b>CL-001</b>		
<b>EMITE:</b>	<b>REVISAS:</b>	
<b>Jessica Paola Mijahuanca Villalobos</b>	<b>Orlando Julca</b>	

Tabla 63. Diseño de puestos de trabajo para el área de Peletizado

<b>Diseño de puestos de trabajo de Peletizado</b>	
<b>Puesto</b>	Paletizado
<b>Operarios involucrados</b>	2 operarios
<b>Máquinas del puesto</b>	Máquina peletizadora
<b>Herramientas del puesto</b>	-
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 07:00 am-7:00 pm Turno tarde: 7:00 pm - 7:00 am
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo de trabajo es arduo, ya que durante toda la producción de pellets se realizan actividades repetitivas por el operario.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:40 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:45 pm Cena: 9:00 pm- 9:30 pm PAUSAS ACTIVAS Pausa activa 1: 11:00 am - 11:10 am Pausa activa 2: 15:00 pm -15:10 pm Pausa activa 3: 18:00 pm - 18:10 pm
<b>Rotación de turnos</b>	La rotación de turnos son cada 12:00 horas.
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: -Tener estudios técnicos en máquinas industriales. - Experiencia mínima: 1 año en el rubro. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Cumplir con la producción diaria mínima. - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Formatos, Bolígrafo.
<b>Disposiciones de SST</b>	Operarios con zapatos de seguridad y polo manga larga, obligatoriamente. Uso de guantes resistentes al calor (esto será para el que se encargará de quemar las mallas), además se debe ingresar a planta si ningún tipo de elementos que pueden afectar su integridad, es decir, el uso de audífonos, celulares, relojes o aretes.
<b>Instructivo de trabajo</b>	I-PMP-002

Tabla 64. Instructivo para el peletizado de materia prima

<b>INSTRUCTIVO PARA EL PELETIZADO DE LA MATERIA PRIMA</b>		<b>A&amp;C PLAST</b> E.I.R.L.
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	PELETIZADO	<b>CÓDIGO: I-PMP-002</b>
<b>RESPONSABLE:</b>	MAQUINISTA Y OPERARIO	
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
<p>En este documento se detalla paso a paso las operaciones que se han de realizar operarios en el área de peletizado, dónde se le considera como un proceso primordial para que las actividades tengan un flujo continuo, así mismo se busca estandarizar las actividades a realizar, siendo más productivos y evitando accidentes.</p>		
<b>INSTRUCCIONES</b>		
1.-Es de uso obligatorio: zapatos de seguridad, polo manga larga, jean, taponeras, guantes resistentes al calor.		
2.-El operario no debe ingresar al área de trabajo con objetos de metal (relojes, pulseras, anillos, entre otros) y equipos electrónicos (celulares, radio, entre otros).		
3.- Los operarios deben movilizar los sacos de materia prima hacia la zona de alimentación de la máquina.		
4.- Verificar que la máquina tenga la malla filtradora en buen estado, de lo contrario proceder al cambio y asimismo realizar revisiones técnicas previas para asegurar el correcto funcionamiento.		
5.- Durante la alimentación de la máquina el operario deberá estar atento al foco de emergencia del tablero. El foco encendido indica sobrecarga y este deberá disminuir la alimentación.		
6.-El operario deberá usar guantes para el cambio de malla durante la operación.		
7.- Llenar el formato de producción de pellets. <b>(PL-001)</b>		
<b>FORMATOS Y REGISTROS</b>		
PL-001		
<b>EMITE:</b>	<b>REvisa:</b>	
<b>Jessica Paola Mijahuanca Villalobos</b>	<b>Orlando Julca</b>	

Tabla 65. Formato de control del área de Peletizado

FECHA			RESPONSABLE		
TURNO			CÓDIGO	PL-001	
HORA	CÓDIGO DE PROVEEDOR	CANTIDAD DE RPET (kg)	% DE HUMEDAD DE PELLETS	CANTIDAD DE SALIDA	OBSERVACIONES
<b>FIRMA DE RESPONSABLE DEL ÁREA</b>					

El operario del área de Peletizado al empezar las actividades debe encargarse del llenado del formato, dónde indique el código del proveedor y la cantidad de materia prima que ingrese al proceso. Al finalizar el lote de Peletizado se debe tomar muestra con el analizador de humedad para indicar que los pellets se encuentren un rango de temperatura de (18-30) °C adecuada para continuar el proceso. Así mismo, después del pesado se debe colocar la cantidad de salida de pellets en kg. Finalmente, se le agrega un espacio para las observaciones, en dónde se debe indicar si el material ingresó en malas condiciones, o quizá se apagó la máquina, entre otros imprevistos.

Tabla 66. Diseño de puesto de trabajo control de calidad

<b>Diseño de puestos de trabajo</b>	
<b>Puesto</b>	CONTROL DE CALIDAD
<b>Operarios involucrados</b>	1 OPERARIO DE PELETIZADO
<b>Máquinas del puesto</b>	Analizador de humedad- Pellets/Granzas Plasticas FMX
<b>Herramientas del puesto</b>	Medidor de humedad
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 07:00 am-7:00 pm Turno tarde: 7:00 pm - 7:00 am
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo de trabajo será flexible, es decir, la labor del operario consistirá en realizar el control durante el proceso del lote de peletizado, para conocer que deficiencias tuvo al pasar al siguiente proceso, ya que con ello se puede justificar el producto terminado en mal estado o se evitarían fabricar estos productos, tomando medidas correctivas.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:30 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:40 pm Cena: 9:00 pm - 9:40 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
<b>Rotación de turnos</b>	Esta actividad se realizará en los 2 turnos de 12 horas.
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: - Haber culminado sus estudios secundarios. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia mínima de 3 meses en empresas similares. - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Un tablero, lapiceros y formatos
<b>Disposiciones de SST</b>	Operario con zapatos de seguridad, polo manga larga, taponeras, respirador de una vía para partículas.
<b>Instructivo</b>	I-PMP-003

Tabla 67. Instructivo para el Peletizado de control de calidad


<b>INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>A&amp;C PLAST</b>  E.I.R.L.
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	CONTROL DE CALIDAD	<b>CÓDIGO:</b>
<b>RESPONSABLE:</b>	OPERARIO DE PELETIZADO	I-PMP 003
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
<p>En este documento se detalla paso a paso las operaciones que se ha de realizar un operario del área de peletizado durante el control de calidad de pellets. Esta operación se considera muy importante ya que permitirá aceptar el ingreso de los pellets para el área de mezclado y extrusión, la finalidad de será obtener un buen producto y estandarizar las actividades a realizar.</p>		
<b>INSTRUCCIONES</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es de uso obligatorio: Polo manga larga, jean, taponeras y zapatos de seguridad, respirador de una vía para partículas.</li> <li>2. El operario debe tomar por cada lote que ingresa un total de 7 muestreos como mínimo de las características de los pellets, para ello se tomará una muestra representativa de 100 gramos que será pesada en la balanza digital y posterior a ello se colocará en el equipo para medir la humedad de los pellets y la impureza.</li> <li>3. Llenar formato de control. PL-001.</li> <li>4. Finalizado el control de calidad, el equipo debe ser guardado muy cuidadosamente.</li> </ol>		
<b>FORMATOS Y REGISTROS</b>		
PL-001		
<b>EMITE:</b>	<b>REVISAS:</b>	
Jessica Paola Mijahuanca Villalobos	Orlando Julca	

Tabla 68. Diseño de puesto de trabajo pesado de pellet y pesado de pigmento azul

<b>Diseño de puestos de trabajo</b>	
<b>Puesto</b>	PESADO DE PELLET Y PIGMENTO AZUL O MASTERBATCH
<b>Operarios involucrados</b>	2 OPERARIOS
<b>Máquinas del puesto</b>	Balanza electrónica y balanza digital
<b>Herramientas del puesto</b>	Balanza electrónica y digital
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 07:00 am-7:00 pm Turno tarde: 7:00 pm - 7:00 am
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo del trabajo es flexible, es decir el operario no realiza esta operación repetitivamente.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:30 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:40 pm Cena: 9:00 pm - 9:40 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
<b>Rotación de turnos</b>	Esta actividad se realizará en los 2 turnos de 12 horas.
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: - Haber culminado sus estudios secundarios. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia no indispensable. - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Un tablero, lapiceros y formatos
<b>Disposiciones de SST</b>	Operario con zapatos de seguridad, polo manga larga, jean, respirador de 1 vía para partículas y lentes.
<b>Instructivos del área</b>	I- PMP-004

Tabla 69. Instructivo para el pesado de pellets y pigmento azul

<b>INSTRUCTIVO PARA EL PESADO DE PELLETS Y PIGMENTO AZUL</b>		<b>A&amp;C PLAST</b> E.I.R.L.
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	PESADO	<b>CÓDIGO:</b> I- PMP-004
<b>RESPONSABLE:</b>	1 OPERARIO DE PESADO Y 1 OPERARIO DE PELETIZADO (AYUDANTE)	
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
<p>En este documento se detalla paso a paso las diferentes actividades a realizar durante el pesado de pellets, pigmento o masterbatch.</p>		
<b>INSTRUCCIONES</b>		
<p>1. Es de uso obligatorio: Polo manga larga, jean, zapatos de seguridad, lente, respirador de 1 vía para partículas.</p> <p>2. Verificar que la balanza industrial y digital estén calibradas y aptas para pesar el material (pellets y pigmentación).</p> <p>3.-El operario debe contar con la cantidad necesaria de sacos para colocar el material procesado (pellets).</p> <p>4.- Un operario del área de peletizado debe llenar los sacos y el otro operario se debe encargar de que cada saco pese 30 kg. A esto se le agrega el pesado del colorante por lote a producir que lo hará el operario del puesto de trabajo.</p> <p>4.- Llenar formato de control. PL-001</p> <p>5.- Se debe trasladar el material al área de mezclado, según la cantidad requerida para fabricar las unidades pedidas, de lo contrario deben ser trasladadas al almacén de producto en proceso hasta el momento de la utilización.</p>		
<b>FORMATOS Y REGISTROS</b>		
PL-001		
<b>EMITE:</b>	<b>REVIS:</b>	
Jessica Paola Mijahuanca Villalobos	Orlando Julca	

Tabla 70. Diseño de puestos de trabajo de la etapa de mezclado

<b>Diseño de puestos de trabajo</b>	
<b>Puesto</b>	MEZCLADO PELLETS Y COLORANTE
<b>Operarios involucrados</b>	1 OPERARIO
<b>Máquinas del puesto</b>	MEZCLADORA
<b>Herramientas del puesto</b>	-
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 07:00 am-7:00 pm Turno tarde: 7:00 pm - 7:00 am
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo de trabajo será alternadamente arduo, ya que se realizará según el requerimiento por el área de extrusión.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:30 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:40 pm Cena: 9:00 pm - 9:40 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
<b>Rotación de turnos</b>	Esta actividad se realizará en los 2 turnos de 12 horas.
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: - Haber culminado sus estudios secundarios. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia mínima de 3 meses en empresas similares. - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Un tablero, lapiceros y formatos
<b>Disposiciones de SST</b>	Operario con zapatos de seguridad, polo manga larga, protector buco nasal y lentes.
<b>Instructivo</b>	I-PMP-005

Tabla 71. Instructivo para el Mezclado

<b>INSTRUCTIVO PARA EL MEZCLADO</b>		<b>A&amp;C PLAST</b> E.I.R.L.
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	ÁREA DE MEZCLA	<b>CÓDIGO:</b> I-PMP-005
<b>RESPONSABLE:</b>	1 OPERARIO	
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
En este documento se detalla paso a paso las operaciones a realizar en el área de mezclado.		
<b>INSTRUCCIONES</b>		
1. Es de uso obligatorio: Operario con zapatos de seguridad, polo manga larga, protector buco nasal y lentes.		
2.-El operario debe verificar que la máquina se encuentre en óptimas condiciones antes de empezar a realizar el trabajo operativo.		
3. El operario debe verificar que la tolva de alimentación se encuentre totalmente vacía para recibir el material.		
4.- El operario debe vaciar los sacos de pellets en la máquina mezcladora.		
5. Añadir el colorante (pigmentación o masterbatch).		
6.-El operario por ningún motivo deberá introducir la mano en zonas donde la máquina esté operando.		
<b>EMITE:</b>		<b>REVISA:</b>
Jessica Paola Mijahuanca Villalobos		Orlando Julca

Tabla 72. Diseño de puesto de trabajo extrusión

<b>Diseño de puestos de trabajo</b>	
<b>Puesto</b>	EXTRUSIÓN
<b>Operarios involucrados</b>	2 operarios (Maquinista y operador)
<b>Máquinas del puesto</b>	EXTRUSIÓN
<b>Herramientas del puesto</b>	Cutter y Cinta adhesiva.
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 07:00 am-7:00 pm Turno tarde: 7:00 pm - 7:00 am
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo de trabajo será alternadamente arduo, ya que se realizará según el requerimiento por el área de extrusión.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:30 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:40 pm Cena: 9:00 pm - 9:40 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
<b>Rotación de turnos</b>	Esta actividad se realizará en los 2 turnos de 12 horas.
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: - Haber culminado sus estudios secundarios. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia mínima de 1 año en empresas similares. - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Un tablero, lapiceros y formatos
<b>Disposiciones de SST</b>	Operario con zapatos de seguridad, polo manga larga, lentes, guantes, respirador de una vía para partículas y polvo.
<b>Instructivo de trabajo</b>	I-PMP-006

Tabla 73. Instructivo para la etapa de Extrusión

<b>INSTRUCTIVO PARA EXTRUSIÓN</b>		<b>A&amp;C PLAST</b> E.I.R.L.
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	ÁREA DE EXTRUSIÓN	<b>CÓDIGO:</b> I-PMP-006
<b>RESPONSABLE:</b>	OPERARIO Y MAQUINISTA	
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
En este documento se detalla paso a paso las operaciones a realizar en el área de mezclado		
<b>INSTRUCCIONES</b>		
<p>1. Es de uso obligatorio: zapatos de seguridad, polo manga larga, lentes, guantes, respirador de una vía para partículas y polvo.</p> <p>2.- El maquinista deberá verificar el buen funcionamiento del equipo.</p> <p>3.- Se debe verificar el buen estado del cableado con el fin de evitar riesgos de incendios, etc.</p> <p>4.- El operario no debe tener contacto con zonas calientes de máquinas, así como no debe introducir su mano en los equipos de corte y jaladores.</p> <p>5.- El operario de extrusión debe trasladar del área de mezclado el material hacia la tolva de alimentación de la máquina extrusora.</p> <p>6.- El maquinista debe calibrar a la máquina y cerciorarse que este funcione correctamente.</p> <p>7.- El maquinista debe asegurarse de la calidad del producto.</p> <p>8.- El operario deberá llenar los formatos de control del proceso al iniciar el proceso (<b>PL-002</b>).</p> <p>9.- Finalmente el operario debe retirar la bobina del producto terminado para próximamente pesarlo.</p>		
<b>EMITE:</b>		<b>REVISÓ:</b>
Jessica Paola Mijahuanca Villalobos		Orlando Julca



Tabla 75. Diseño de puesto de trabajo de pesado de producto terminado

<b>Diseño de puestos de trabajo</b>	
<b>Puesto</b>	PESADO DE PRODUCTO TERMINADO, CORTE Y SELLADO
<b>Operarios involucrados</b>	1 operario
<b>Máquinas del puesto</b>	-
<b>Herramientas del puesto</b>	Balanza Electrónica
<b>Horario de trabajo propuesto</b>	Turno mañana: 07:00 am-7:00 pm Turno tarde: 7:00 pm - 7:00 am
<b>Ritmo de trabajo propuesto</b>	El ritmo de trabajo será alternadamente arduo, ya que se realizará cuando el producto se termine.
<b>Pausas y comidas propuestas</b>	Desayuno: 7:00- 7:30 am Almuerzo: 1:00 pm - 1:40 pm Cena: 9:00 pm - 9:40 pm Anotación: No se realizarán pausas activas durante esta actividad ya que son alternas durante el día.
<b>Rotación de turnos</b>	Esta actividad se realizará en los 2 turnos de 12 horas.
<b>Perfil de trabajador</b>	Perfil: - Haber culminado sus estudios secundarios. - Asistir a las funciones encomendadas en relación al proceso de producción. - Experiencia no indispensable - Polivalente, responsable y proactivo.
<b>Mobiliario / otros del área</b>	Un tablero, lapiceros y formatos.
<b>Disposiciones de SST</b>	Operario con zapatos de seguridad, polo manga larga, guantes anticorte.
<b>Instructivo</b>	I-PMP-007

Tabla 76. Instructivo para el Pesado de producto terminado, corte y sellado.



<b>INSTRUCTIVO PARA EL PESADO DE PRODUCTO TERMINADO CORTE Y SELLADO</b>		
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	PESADO DE PRODUCTO TERMINADO	<b>CÓDIGO:</b> I-PMP-007
<b>RESPONSABLE:</b>	1 OPERARIO	
<b>DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO</b>		
En este documento se detalla paso a paso las operaciones a realizar durante el pesado de producto terminado.		
<b>INSTRUCCIONES</b>		
1. Es de uso obligatorio: zapatos de seguridad, polo manga larga, guantes anticorte.		
2.- El maquinista deberá verificar que la balanza este calibrada.		
3.- El operario debe pesar el producto terminado, en caso de exceder el peso se procederá a cortar la manga plástica hasta obtener el peso requerido y finalmente sellar.		
4.- El operario encargado debe llenar formatos de control al terminar el lote de producción. <b>PL-002</b>		
5.- El maquinista debe asegurarse de la calidad del producto.		
<b>EMITE:</b>		<b>REVISA:</b>
Jessica Paola Mijahuanca Villalobos		Orlando Julca

### 3.5.3. Mejora 3: Estandarización De Tiempos

Después de haber redistribuido la planta, reducido el cuello de botella, definido los puestos de trabajo y realizado los instructivos para cada puesto de trabajo, es necesario estandarizar los tiempos y balancear la línea de producción. Finalizado ello se procederá a realizar el cálculo de los nuevos indicadores.

El primer paso para estandarizar los tiempos de trabajo fue determinar el factor de calificación de cada actividad, por el método de Westinghouse, evaluando las variables de habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia. La Tabla 77 es la que será usada para determinar el factor.

Tabla 77. Sistema de Westinghouse- Calificación de Velocidad

HABILIDAD (H)			ESFUERZO (E)		
+ 0,15	A1	Extrema	+ 0,13	A1	Extrema
+ 0,13	A2	Extrema	+ 0,12	A2	Extrema
+ 0,11	B1	Excelente	+ 0,10	B1	Excelente
+ 0,08	B2	Excelente	+ 0,08	B2	Excelente
+ 0,06	C1	Buena	+ 0,05	C1	Buena
+ 0,03	C2	Buena	+ 0,02	C2	Buena
0,00	D	Regular	0,00	D	Regular
- 0,05	E1	Aceptable	- 0,04	E1	Aceptable
- 0,10	E2	Aceptable	- 0,08	E2	Aceptable
- 0,16	F1	Deficiente	- 0,12	F1	Deficiente
- 0,22	F2	Deficiente	- 0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES (COD )			CONSISTENCIA (COS)		
+ 0,06	A	Ideales	+ 0,04	A	Perfecta
+ 0,04	B	Excelentes	+ 0,03	B	Excelente
+ 0,02	C	Buenas	+ 0,01	C	Buena
0,00	D	Regulares	0,00	D	Regular
- 0,03	E	Aceptables	- 0,02	E	Aceptable
- 0,07	F	Deficientes	- 0,04	F	Deficiente

En la Tabla 78, se determinó el factor de calificación por cada una de las actividades. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Factor de calificación: } 1 + (\sum H + E + COD + COS)$$

Tabla 78. Cálculo del factor de calificación

VALORIZACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO	H	E	COD	COS	TOTAL	FC
Pesado e inspección de Materia prima (Scrap).	0,00	-0,08	-0,03	-0,02	-0,13	0,87
Transporte de materia prima a máquina peletizadora	0,00	-0,08	-0,03	-0,02	-0,13	0,87
Peletizado y control de calidad.	0,08	-0,08	-0,03	-0,02	-0,05	0,95
Transporte de pellets a pesado	0,00	-0,08	-0,03	-0,02	-0,13	0,87
Pesado de Pellets y colorante (2)	0,00	-0,08	-0,03	-0,02	-0,13	0,87
Transporte a mezcladora	0,00	-0,08	-0,03	-0,02	-0,13	0,87
Mezclado de Pellets y colorante	-0,05	-0,08	-0,03	-0,02	-0,18	0,82
Transporte a extrusora	-0,05	-0,08	-0,03	-0,02	-0,18	0,82
Extrusión	0,08	-0,08	-0,03	-0,02	-0,05	0,95
Pesado de Producto terminado	-0,05	-0,08	-0,03	-0,02	-0,18	0,82
Corte y sellado de producto terminado	-0,05	-0,08	-0,03	-0,02	-0,18	0,82
Transporte a almacén	-0,05	-0,08	-0,03	-0,02	-0,18	0,82

Determinado el factor de calificación se procede a calcular el tiempo normal, este se halla con la multiplicación de los tiempos promedio previamente calculados mediante el método de General Eléctric (Ver Tabla 3), por el factor de calificación determinado por el método de Westinghouse.

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} \times \text{Factor de calificación}$$

Tabla 79. Cálculo del tiempo normal

Etapa	Tiempo promedio (min)	Factor de calificación	Tiempo normal (min)
Pesado e inspección de Materia prima (Scrap).	4,95	0,87	4,31
Transporte de materia prima a máquina peletizadora	2,05	0,87	1,78
Peletizado y control de calidad	30,18	0,95	28,67
Transporte de pellets a pesado	0,95	0,87	0,82
Pesado de Pellets y colorante (2)	3,17	0,87	2,76
Transporte a mezcladora	1,77	0,87	1,54
Mezclado de Pellets y colorante	2,13	0,82	1,74
Transporte a extrusora	0,37	0,82	0,30
Extrusión	22,32	0,95	21,20
Pesado de Producto terminado	1,50	0,82	1,23
Corte y sellado de producto terminado	2,85	0,82	2,34
Transporte a almacén	1,43	0,82	1,17
<b>TOTAL</b>			<b>67,86</b>

En la Tabla 79 se muestra el cálculo del tiempo normal. Cabe señalar que el cuello de botella de la etapa de extrusión se redujo a 22,31 minutos en el tiempo promedio, eso gracias a la adquisición de la máquina extrusora de la misma capacidad (80 kg/hora), logrando aumentar la capacidad de la planta y por ende la producción de esta. Para determinar el tiempo estándar primero se valoriza cada uno de los suplementos mediante la Tabla de Suplementos, determinada por la Organización Internacional del Trabajo que se muestra en el Anexo 3.

*Tabla 80. Suplementos de descanso*

<b>Suplemento por necesidades personales</b>	<b>SNP</b>	<b>Condiciones atmosféricas</b>	<b>CA</b>
<b>Suplemento base por fatiga</b>	<b>SBF</b>	<b>Concentración intensa</b>	<b>CI</b>
<b>Suplemento base por trabajo de pie</b>	<b>SBP</b>	<b>Ruido</b>	<b>RU</b>
<b>Suplemento por postura anormal</b>	<b>SPA</b>	<b>Tensión Mental</b>	<b>TM</b>
<b>Uso de fuerza</b>	<b>UF</b>	<b>Monotonía</b>	<b>MO</b>
<b>Mala iluminación</b>	<b>MI</b>	<b>Tedio</b>	<b>TE</b>

Se consideró 11% debido a las necesidades personales, fatiga de los operarios durante el proceso y por realizar el trabajo de pie. Por otro lado, en la etapa de pesado de materia prima y el pesado de pellets se le consideró un 9% adicional debido a que es un trabajo donde se tiene que empujar y alzar cargas de aproximadamente 25 Kg. Así mismo, en la etapa de Peletizado se le añadió un 2% debido a la concentración intensa que debe tener el alimentador de la maquinaria para evitar accidentes y finalmente 2 % más en extrusión por el ruido.

En base a la Tabla 81, se hallaron los suplementos, se procede a calcular el tiempo estándar con la siguiente fórmula:

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal * (1 + \% Tolerancia)$$

Tabla 81. Valorización de Suplementos

ACTIVIDADES	T.Norm (min)	SNP	SBF	SBP	SPA	UF	MI	CA	CI	RU	TM	MO	TE	SUPLE
Pesado e inspección de Materia prima	4,31	5	4	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Transporte a máquina peletizadora	1,78	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Peletizado y control de calidad	28,67	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,13
Transporte de pellets a pesado	0,82	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Pesado de Pellets y colorante (2)	2,76	5	4	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Transporte a mezcladora	1,54	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Mezclado de Pellets y colorante	1,74	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Transporte a extrusora	0,30	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Extrusión y enrolle	21,20	5	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,13
Pesado de Producto terminado	1,23	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Corte y sellado producto terminado	2,34	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
Transporte a almacén	1,17	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11
<b>Total</b>	<b>67,86</b>													

Determinar el tiempo estándar es de suma importancia debido a que las empresas en la actualidad se mueven en base a la competitividad por tiempo y el cumplimiento de los tiempos de entrega, por la cual la empresa debe ser consciente de poder cumplir los pedidos y tener una idea más clara de la cantidad de producción a realizar o vender (Ver Tabla 82).

Tabla 82. Cálculo del tiempo estándar

Etapa	Tiempo normal (min)	Suplemento	Tiempo estándar (min)
Pesado e inspección de Materia prima (Scrap).	4,31	20%	5,17
Transporte de materia prima a máquina peletizadora	1,78	11%	1,98
Peletizado y control de calidad	28,67	13%	32,39
Transporte de pellets a pesado	0,82	11%	0,91
Pesado de Pellets y colorante (2)	2,76	20%	3,31
Transporte a mezcladora	1,54	11%	1,71
Mezclado de Pellets y colorante	1,74	11%	1,93
Transporte a extrusora	0,30	11%	0,34
Extrusión	21,20	13%	23,96
Pesado de Producto terminado	1,23	11%	1,37
Corte y sellado de producto terminado	2,34	11%	2,59
Transporte a almacén	1,17	11%	1,30
<b>Total</b>	<b>67,86</b>		<b>76,96</b>

### 3.5.3.1. Balance de líneas

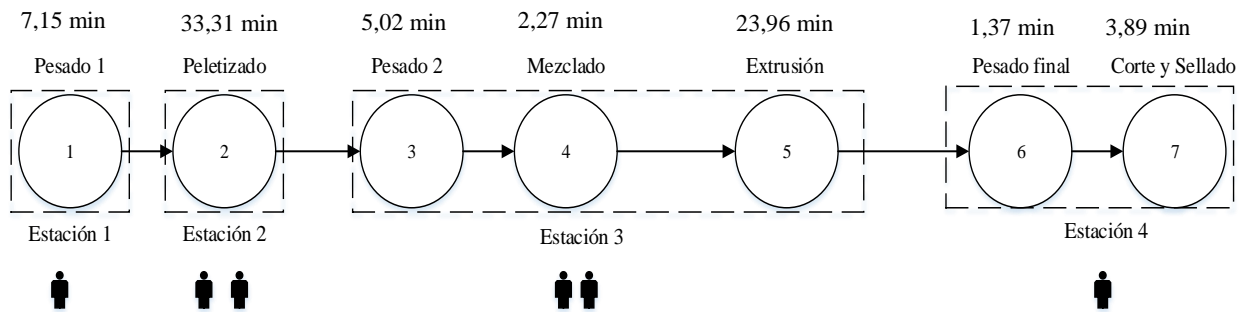
Realizar un balance de líneas es importante para determinar y ordenar el número de operarios y estaciones presentes en la actual línea de producción, logrando de esta manera el aumento de la eficiencia. Para la nueva propuesta, se procedió a calcular el número de estaciones, la cual viene dada de la suma del total de tiempos entre el ciclo y los transportes. En la siguiente tabla se observa el tiempo estándar y se le adiciona el tiempo estándar del transporte.

Tabla 83. Resumen de tiempos estándar

Operaciones	Tiempo estándar (min)	Tiempo total
Pesado e inspección de Materia prima (Scrap) + transporte de mp al peletizado.	5,17+1,98	7,15
Peletizado y control de calidad + transporte al pesado de pellets.	32,39+0,91	34,23
Pesado de Pellets y colorante (2) + transporte a la máquina mezcladora.	3,31+1,71	5,02
Mezclado de Pellets y colorante+ transporte al área de extrusión	1,93+0,34	2,27
Extrusión y enrollado	23,96	23,96
Pesado de Producto terminado	1,37	1,37
Corte y sellado de producto terminado	2,59+1,30	3,89
<b>Total</b>	<b>76,96</b>	

$$N^{\circ} \text{ min ET} = \frac{76,96 \text{ min}}{33,31 \text{ min}} = 2,31 = 3 \text{ estaciones}$$

Las estaciones de trabajo recomendadas para la etapa de producción de mangas plásticas de 40 pulgadas son 3, pero debido a que el nuevo ciclo máximo o takt time es de 33,32 minutos, tenemos que agrupar cada estación sin exceder ese tiempo. Por lo que se propuso dejar la primera estación sola, la siguiente es inagrupable por ser el nuevo tiempo ciclo, la tercera estación se agruparon las etapas de pesado, mezclado y extrusión teniendo un tiempo equivalente a 31,25 minutos y finalmente se tiene a la estación 4 con el pesado del producto terminado, así mismo el corte y sellado. A continuación, se presenta el diagrama de precedencia sugerida para la nueva línea de producción:



Lote= 1 Manga plástica 51,5 kg

Figura 31. Diagrama de precedencia propuesto  
Fuente: AYC Plast E.I.R.L

En base al diagrama anterior, se procede a calcular los nuevos indicadores de la línea de producción propuesta.

La eficiencia actual viene determinada por la suma de todos los tiempos entre el número de estaciones y la restricción

$$E = (76,96) / (4) / (33,31) = 57,77\%$$

El tiempo muerto viene determinado por la resta entre la multiplicación del número de estaciones por la restricción menos la suma total de tiempos.

$$\text{Tiempo muerto} = 4 \times 33,31 - 76,96 = 56,27 \text{ minutos}$$

La variable minuto operativo determina el total de tiempo utilizado en minutos para la producción de un lote, en este caso es la producción de 51,5 Kg/ unidad. En base al diagrama de precedencia se tiene un tiempo de minuto operativo de 141,51 minutos.

La variable total de minutos por línea viene dada por el ciclo y por el número de operarios:

$$\text{Total, de minutos por línea} = 33,31 \times 6 = 199,84 \text{ minutos}$$

La variable porcentaje de balance viene dada por el total de minutos operarios entre los minutos totales x 100.

$$\text{Porcentaje de balance} = (141,51 / 199,84) \times 100 = 70,81 \%$$

*Tabla 84. Indicadores de línea con propuesta*

<b>Indicador</b>	<b>Mejorado</b>
Minuto Operario	141,51 min
Ciclo de control	33,31 min
Número Operarios	6 operarios
Total, minutos por línea	199,84 min por línea
% balance	70,81 %
Kg/h	92,77 kg/hora
Horas / Turno	11,25 horas/turno
Unidades / Turno	1 043,68 kg/turno
Sueldo operario día	20,83 soles/ día
Costo x Unidad	6,17 soles/ unidad de 51,5 Kg
Número de estaciones	4 estaciones
Tiempo de ciclo	76,96 min
Eficiencia de línea	55,77%
Tiempo muerto	56,27 min

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

### **3.5.3.2. Comparación de indicadores de los balances de línea**

Después, de las mejoras realizadas en la distribución mediante la metodología SLP, la estandarización de los procesos, y la adquisición de la máquina extrusora, se procedió a realizar la estandarización de tiempos, que es aquella que permitirá conocer el verdadero tiempo en el cual se producirán las unidades, tomando en cuenta los suplementos en el trabajo realizado.

Según García [13], menciona que el equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de puestos de trabajo, de modo que la carga de trabajo se equilibre a un tiempo de ciclo, es por ello que se utilizó esta metodología y a continuación se demuestra la mejora.

Tabla 85. Comparación de indicadores del balance de línea

INDICADOR	VALOR ACTUAL	VALOR MEJORADO
Ciclo de control	44,63 min	33,31 min
Total, minutos por línea	267,78 min	199,84 min
Eficiencia de línea	31,68%	57,77 %
Tiempo muerto	213,45min	56,27 min

### 3.5.4. Mejora 4: Plan De Capacitación

El objetivo del presente plan es brindar capacitación a los colaboradores de la empresa AYC Plast E.I.R.L, para mejorar sus competencias laborales y buscar un mejor rendimiento al realizar sus labores de una manera eficiente.

#### Temas Propuestos

Los temas han sido seleccionados en base a las deficiencias encontradas durante la realización de sus actividades, así mismo en la encuesta realizada se muestra la necesidad de capacitación de los operarios, para así superar las dificultades que se presenta. Se plantearon los temas en un turno de 19 horas trimestrales. Las capacitaciones serán realizadas para el área de producción.

Tabla 86. Capacitaciones para los colaboradores de AYC PLAST E.I.R.L

Sesión	Título de capacitación	Horas
1	Proceso productivo de la empresa AYC PLAST, el manejo adecuado de los recursos y llenado de formatos.	3
2	Importancia y mejoras para alcanzar los niveles de servicio demandados.	2
3	Importancia de eliminar los desperdicios(mermas) en la empresa.	3
4	Aplicación adecuada de los procedimientos e Instructivos de cada área.	5
5	Uso y manejo de herramientas / maquinaria.	3
6	Seguridad y salud en el trabajo y la importancia de mantener limpios los espacios de trabajo	3

A continuación, se realiza una breve descripción de los temas que se tendrán en cuenta para la capacitación del personal.

**a) Proceso productivo de la empresa AYC PLAST, manejo adecuado de los recursos.**

Esta capacitación busca que cada uno de los trabajadores conozca detalladamente cómo su trabajo influye dentro del proceso productivo de los productos plásticos. Además, se requiere involucrar al personal administrativo para que sepan que su desempeño en la organización debe impactar de manera positiva.

**b) Aplicación adecuada de los procedimientos e Instructivos de cada área.**

Se capacitará a los trabajadores por área para el adecuado llenado de los formatos de control de producción, así mismo, la aplicación adecuada de los procedimientos operativos estandarizados por área, garantizando la uniformidad de los procesos

**c) Importancia y mejoras para alcanzar los niveles de servicio demandados.**

En esta capacitación el personal será capaz de reconocer la importancia de dar un producto de calidad, así mismo de que el ritmo de producción sea mayor, evitando tiempos improductivos, reprocesos y pérdidas económicas a causa de pedidos no atendidos.

**d) Importancia de eliminar desperdicios en la empresa.**

Un personal debe saber identificar y eliminar de forma continua los siguientes desperdicios: movimientos improductivos, mermas, reprocesamiento, la espera, transportes innecesarios, ello permitirá tener un incremento de producción y mayores utilidades para la organización.

**e) Uso y manejo de herramientas, equipos y maquinaria.**

Es de suma importancia describir el uso correcto de las herramientas, equipos y maquinarias que conforman el proceso productivo, conociendo de manera práctica y teórica, se podrá tener un uso eficiente de los recursos brindados para realizar su trabajo.

**f) Seguridad y salud en el trabajo y la importancia de mantener limpios los espacios de trabajo.**

El personal debe conocer a que riesgos está expuesto en su puesto de trabajo, así mismo, tener en cuenta que medidas de prevención y correctivas se deben tener en cuenta para evitar dichos accidentes.

A continuación, se presenta la ficha formativa de cada capacitación propuesta.

Tabla 87. Ficha formativa de capacitación 1

---

## FICHA FORMATIVA DE CAPACITACIÓN

---

### **1. Tema de capacitación:**

---

Proceso productivo de la empresa AYC PLAST y manejo adecuado de los recursos.

---

### **2. Competencia a adquirir:**

---

Al finalizar la capacitación, el personal será capaz de conocer el proceso productivo a profundidad, así mismo la importancia del manejo adecuado de los recursos y el impacto de su labor durante el proceso de producción, buscando siempre trabajar con la mayor eficiencia y calidad.

---

### **3. Dirigido a:**

---

Personal que participa durante el proceso de producción de mangas plásticas y mangueras de regadío en la empresa AYC PLAST E.I.R.L.

---

### **4. Temas específicos a tratar**

---

1. Descripción de los procesos de la empresa.
  2. Materias primas e insumos requeridos para la producción.
  3. Importancia de disminuir defectos en los productos terminados del proceso.
  4. Riesgos a considerar durante el proceso de producción.
- 

### **5. Responsable de la capacitación**

---

Gerente General

---

Tesista

---

### **6. Presupuesto**

---

Materiales: 20 soles

---

Refrigerio: 30 soles

---

Tesista: 50 soles

---

Imprevistos: 40 soles

---

**Total 140 soles**

---

Tabla 88. Ficha formativa de capacitación 2

---

**FICHA FORMATIVA DE CAPACITACIÓN**

---

**1. Tema de capacitación:**

Mejoras para alcanzar los niveles de servicio demandados.

**2. Competencia a adquirir:**

Al finalizar la capacitación, el personal será capaz de reconocer la importancia de dar un producto de calidad, así mismo de que el ritmo de producción sea mayor, evitando tiempos improductivos y reprocesos.

**3. Dirigido a:**

Personal que participa en todo el proceso productivo

**4. Temas específicos a tratar**

1. Introducción del análisis de la situación actual del nivel de servicio de la empresa.
2. Actividades que producen un nivel de servicio bajo
3. Mejoras a aplicar para incrementar el nivel de servicio
4. Motivación de trabajo en equipo

**5. Responsable de la capacitación**

Gerente General

Tesista

**6. Presupuesto**

Materiales: 30 soles

Tesista: 50 soles

Imprevistos: 40 soles

**Total: 120 soles**

---

Tabla 89. Ficha formativa de capacitación 3

---

## FICHA FORMATIVA DE CAPACITACIÓN

---

### **1. Tema de capacitación:**

Importancia de eliminar los desperdicios (mermas) en la empresa.

### **2. Competencia a adquirir:**

Al finalizar la capacitación los trabajadores serán capaces de conocer la importancia de eliminar todo tipo de desperdicio dentro de las actividades productivas.

### **3. Dirigido a:**

Personal que participa en todo el proceso de producción de mangas plásticas y mangueras de regadío

### **4. Temas específicos a tratar**

1. Explicar a qué se le considera desperdicios en la actividad productiva
2. Identificación de los desperdicios generados durante la actividad productiva
3. Soluciones para eliminar los desperdicios identificados
4. Importancia para la empresa en erradicar estos desperdicios

### **5. Responsable de la capacitación**

Gerente General

Tesista

### **6. Presupuesto**

Materiales: 15 soles

Tesista: 50 soles

Imprevistos: 40 soles

Total 105 soles

---

Tabla 90. Ficha formativa de capacitación 4

---

## FICHA FORMATIVA DE CAPACITACIÓN

---

### **1. Tema de capacitación:**

Aplicación adecuada de los procedimientos e Instructivos de cada área.

### **2. Competencia a adquirir:**

Al finalizar la capacitación, el personal será capaz de seguir adecuadamente los procedimientos establecidos, así mismo estarán en la capacidad de hacer un llenado adecuado de los instructivos (formatos), buscando siempre trabajar con la mayor eficiencia y calidad.

### **3. Dirigido a:**

Personal que participa en todo el proceso de producción de mangas plásticas y mangueras de regadío

### **4. Temas específicos a tratar**

1. Qué es un procedimiento e instructivo
2. Importancia de tener procedimientos e instructivos
3. Cómo llenarlo

### **5. Responsable de la capacitación**

Gerente General

Tesista

### **6. Presupuesto**

Materiales: 40 soles

Refrigerio: 50 soles

Tesista: 50 soles

Imprevistos: 40 soles

Total: 180 soles

---

Tabla 91. Ficha formativa de capacitación 5

---

**FICHA FORMATIVA DE CAPACITACIÓN**

---

**1. Tema de capacitación:**

Uso y manejo de herramientas, equipos y maquinarias.

---

**2. Competencia a adquirir:**

Al finalizar la capacitación, el personal conocerá la manera más eficaz del uso y manejo adecuado de herramientas y maquinarias.

---

**3. Dirigido a:**

Personal que participa en todo el proceso de producción de mangas plásticas y mangueras de regadío

---

**4. Temas específicos a tratar**

Maquinaria y herramientas del proceso productivo

---

Técnicas de manejo de maquinaria y alternativas de resolución de problemas

---

Uso de equipos

---

**5. Responsable de la capacitación**

Especialista de mantenimiento

---

**6. Presupuesto**

Refrigerio: 50 soles

---

Capacitador: 250 soles

---

Imprevistos: 40 soles

---

Total: 340 soles

---

Tabla 92. Ficha formativa capacitación 6

---

## FICHA FORMATIVA DE CAPACITACIÓN

---

### **1. Tema de capacitación:**

---

Seguridad y salud en el trabajo y la importancia de mantener limpios los espacios de trabajo.

---

### **2. Competencia a adquirir:**

---

Al finalizar la capacitación el personal debe conocer a que posibles riesgos y peligros está expuesto en su puesto de trabajo, así mismo, tener en cuenta que medidas de prevención y correctivas se deben tener en cuenta para evitar dichos accidentes.

---

### **3. Dirigido a:**

---

Personal que participa en todo el proceso de producción de mangas plásticas y mangueras de regadío

---

### **4. Temas específicos a tratar**

---

1. Identificación de riesgos y peligros en cada puesto de trabajo y en planta.
  2. Qué hacer durante una situación de emergencia
  3. Uso de extintores
  4. Técnicas de primeros auxilios.
- 

### **5. Responsable de la capacitación**

---

Gerente General

---

Tesista

---

### **6. Presupuesto**

---

Materiales: 40 soles

---

Refrigerio: 50 soles

---

Capacitador: 250

---

Imprevistos:40 soles

---

Total:380 soles

---

Finalizando las fichas formativas de los temas a capacitar se busca conocer el nivel de satisfacción de la formación, mediante el formato propuesto en la Tabla 93. Es necesario conocer las necesidades de los trabajadores para recibir capacitaciones que permitan obtener un conocimiento más trascendental y no empírico.

Tabla 93. Evaluación de participantes en las capacitaciones

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES</b>				
Tema de la capacitación				
Nombre del capacitador				
Fecha:				
<b>Objetivo</b>				
Evaluar la capacitación desarrollada por la administración de la empresa AYC PLAST.				
Marque con una x las respuestas que mejor refleje su opinión				
<b>OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LA CAPACITACIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>		
¿Los objetivos presentados en la capacitación fueron descritos de forma clara?				
¿Lo aprendido le es útil para desempeñar mejor sus funciones?				
¿La capacitación le ha permitido obtener nuevos conocimientos y aprendizajes?				
<b>METODOLOGÍA Y MATERIALES DE LA CAPACITACIÓN</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
¿Cómo califica usted la forma de cómo se realizó la capacitación?				
¿Cómo se sintió durante el desarrollo de la capacitación?				
¿Los conocimientos adquiridos son útiles y aplicables en el campo laboral como herramienta para la mejora?				
El material utilizado en la capacitación fue:				
<b>DESEMPEÑO DE LOS CAPACITADORES</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
El dominio del tema por parte de los capacitadores fue:				
La comunicación entre los capacitadores y los capacitados fue:				

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt con la programación de las capacitaciones.

Tabla 94. Diagrama de Gantt para propuesta de capacitación

TÍTULO DE LA CAPACITACIÓN	MES 1				MES 2				MES 3				Responsables
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	
Proceso productivo de la empresa AYC PLAST y el manejo adecuado de los recursos.	■												Gerente general Tesista
Importancia y mejoras para alcanzar los niveles de servicio demandados.		■											Tesista
Importancia de eliminar los desperdicios(mermas)				■									Tesista
Aplicación adecuada de los procedimientos e Instructivos de cada área.					■								Tesista
Uso y manejo de herramientas / maquinaria.							■						Capacitador
Seguridad y salud en el trabajo y la importancia de mantener limpios los espacios de trabajo											■		Capacitador

### 3.6. NUEVOS INDICADORES

En base a los tiempos promedios mostrados anteriormente y a las mejoras desarrolladas en la investigación se logró reducir distancias de un área de trabajo a otra, así mismo adherir áreas necesarias para la mejora del proceso, mejora de tiempos y la reducción del cuello de botella. A continuación, se observa el cursograma analítico o del proceso productivo, que nos permitirá conocer que el nuevo cuello de botella es el Peletizado.

Tabla 95. Cursograma analítico mejorado- Nuevos tiempos promedio

<b>Empresa:</b> AYC Plast E.I.R.L		<b>Fecha:</b> Enero del 2019	
<b>Realizado por:</b> Jessica Mijahuanca Villalobos		<b>Método:</b> Mejorado- slp	
		<b>Producto:</b> Manga plástica	

Nº	Actividades	Tiempo (min)	○	⇒	◻	▽	◻	Distancia (m)
0	Recepción de Materia Prima	-				●		
1	Pesado e inspección de materia prima I	4,95			●			
2	Transporte a máquina peletizadora	2,05		●				11,68
3	Peletizado y control de calidad	30,18			●			
4	Transporte a pesado	0,95		●				2,97
5	Pesado de pellets y colorante	3,17	●					
6	Transporte a máquina mezcladora	1,77		●				13,12
7	Mezclado de pellets y colorante	2,13	●					
8	Transporte a máquina extrusora	0,37		●				2,02
9	Extrusión y enrollado	22,32	●					
10	Pesado de producto terminado	1,50	●					
11	Corte y sellado	2,85			●			
12	Transporte a almacén de P.T	1,43		●				9,8
13	Almacén de Producto terminado	-				●		
<b>TOTAL</b>		<b>73,65</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		<b>39,59</b>

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

A continuación, se muestran los porcentajes de incremento en actividades productivas.

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{67,09 \text{ min}}{73,65 \text{ min}} = 91,1\%$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{6,57 \text{ min}}{73,65 \text{ min}} = 8,9\%$$

Para el cálculo de las actividades productivas se consideraron las operaciones y combinadas, mientras para que para el cálculo de las actividades improductivas los tiempos de transportes y demoras.

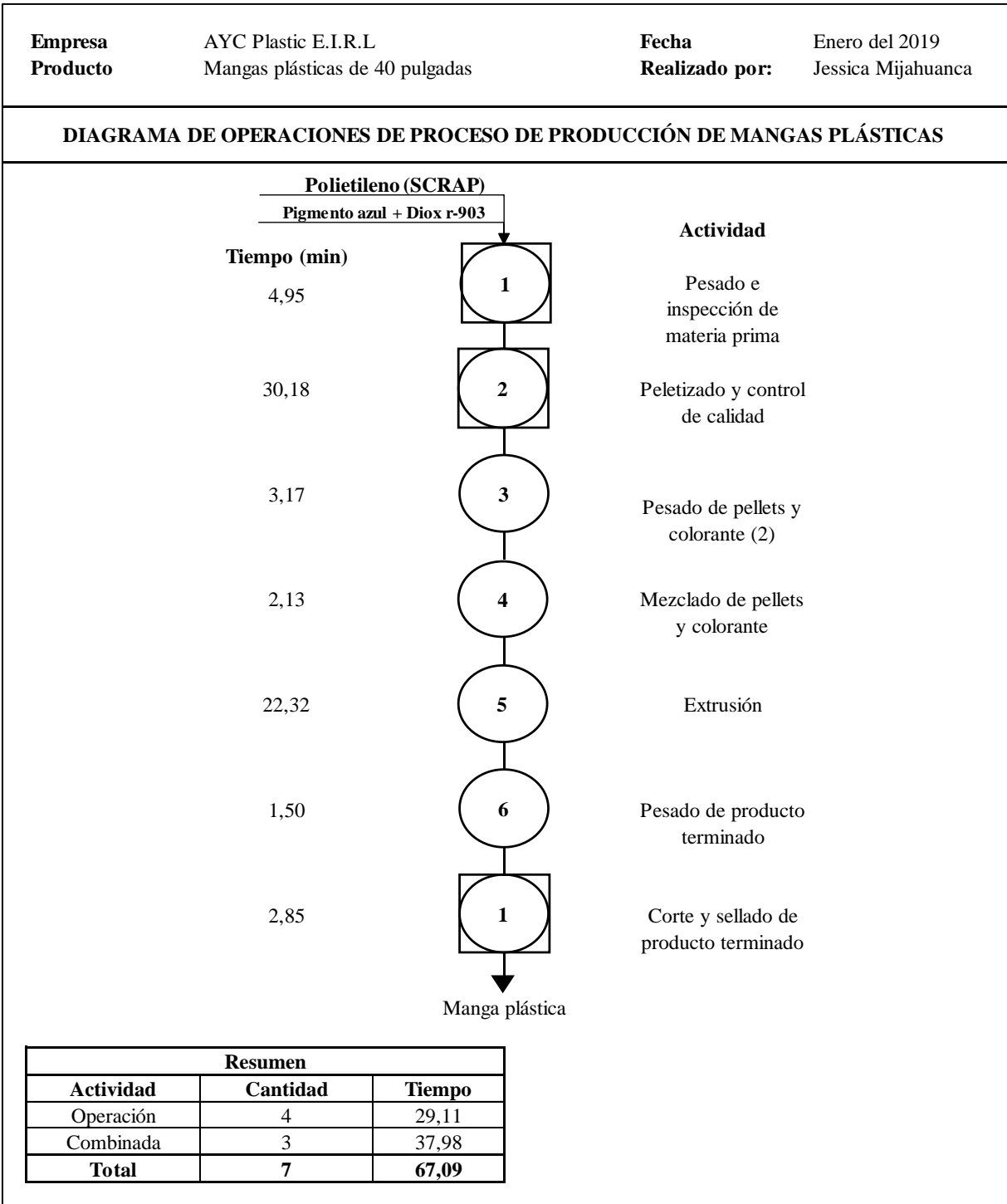


Figura 32. Diagrama de operaciones de proceso mejorado

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

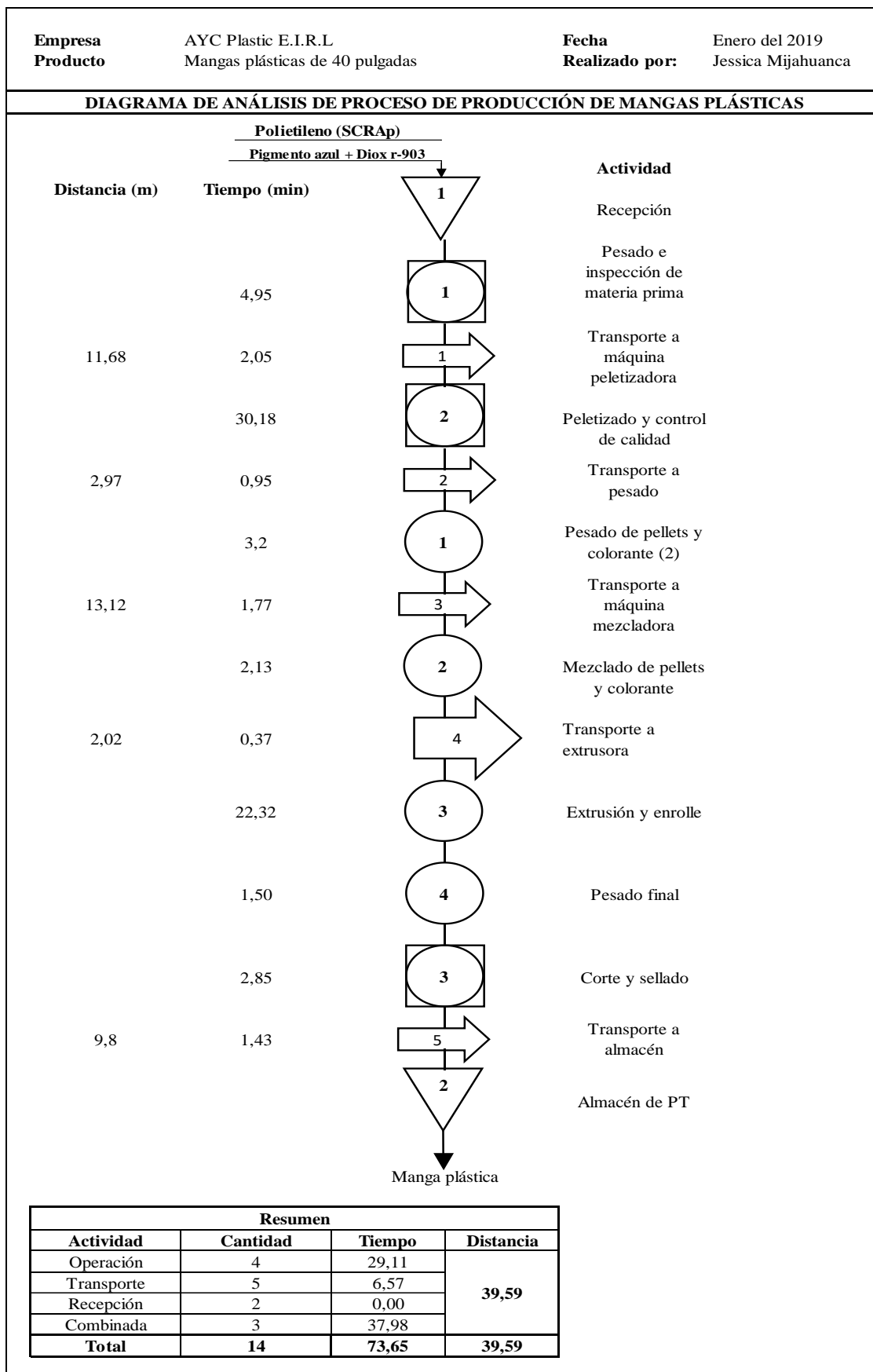


Figura 33. Diagrama de análisis del proceso-mejorado

Fuente: AYC Plast E.I.R.L

### a. Producción con tiempo promedio

La empresa cuenta con un tiempo base anual de 456 300 minutos, determinado bajo un turno diario 11,25 horas, 13 turnos a la semana, 52 semanas al año y 60 minutos por hora, y un ciclo de 22,31 minutos.

$$\text{Producción teórica} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}} = \frac{456\,300 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{30,18 \frac{\text{min}}{\text{unid}} * \frac{1 \text{ unidad}}{51,5 \text{ kg}}}$$

$$\text{Producción teórica} = 778\,746,35 \frac{\text{kg}}{\text{año}} = 64\,895,53 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}$$

### b. Producción con tiempo estándar

La empresa cuenta con un tiempo base anual de 456 300 minutos, determinado bajo un turno diario 11,25 horas, 13 turnos a la semana, 52 semanas al año y 60 minutos por hora, y un ciclo de 22,31 minutos.

$$\text{Producción teórica} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}} = \frac{456\,300 \frac{\text{min}}{\text{año}}}{32,39 \frac{\text{min}}{\text{unid}} * \frac{1 \text{ unidad}}{51,5 \text{ kg}}}$$

$$\text{Producción estándar} = 725\,515,59 \frac{\text{kg}}{\text{año}} = 60\,459,63 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}$$

### c. Cuello de botella

El cuello de botella en el proceso productivo de mangas plásticas de 40 pulgadas actualmente se encuentra en la etapa de Peletizado, ya que al implementar las mejoras realizadas mediante el uso del método SLP y la adquisición de la máquina, la etapa de extrusión deja de ser el ciclo máximo del proceso.

$$CB \text{ promedio} = 30,18$$

### d. Capacidad diseñada de planta

La Capacidad de diseño de planta es la capacidad máxima de trabajo. En el proceso de producción de mangas plásticas de 40 pulgadas, después de realizadas las mejoras se logra reducir el cuello de botella en la etapa de extrusión y ahora esta pasa al proceso de

peletización, ello debido a que las demás etapas del proceso se abastecen de él. La máquina peletizadora posee una capacidad de procesamiento de 110 kg/hora

$$Cap. diseñada : 24 \frac{horas}{día} * 6,5 \frac{días}{semana} * 4 \frac{semanas}{mes} * 110 \frac{kg}{hora}$$

$$Cap. diseñada : 68\ 640 \frac{kg}{mes} \Rightarrow 823\ 680 \frac{kg}{año}$$

#### e. Eficiencia de física

Para determinar la eficiencia física de los materiales, después de las propuestas de inspección y control de ingreso de materia prima se espera un incremento en el aprovechamiento de materiales de 3 %, con respecto al producto terminado para la producción de una manga plástica de 51,5 kg. Cabe señalar que el rubro del sector plástico asume un 2% a 2.5% de mermas.

$$Eficiencia de materiales = \frac{51,5 \frac{kg}{unidad} \times 1,03}{54 \frac{kg}{unidad}} = 0,98 = 98 \%$$

#### f. Eficiencia de planta

La producción teórica, va a ser igual a la producción real debido a que es lo máximo que se puede producir con las condiciones actuales después de las mejores realizadas (diseños puestos de trabajo, tiempos estandarizado, SLP), es por ello que se asume que la eficiencia de planta ahora es de un 100 %

#### g. Utilización

La capacidad de utilización está dada por la capacidad real sobre la capacidad de diseño de planta, en dónde se obtiene que se aprovecha en un 94,53 %

$$Utilización = \frac{Capacidad\ real\ (producción\ con\ tiempo\ prom\ mejorado)}{Capacidad\ diseñada\ (producción\ teórica\ del\ nuevo\ cb)}$$

$$Utilización = \frac{64\ 886,93 \frac{kg}{mes}}{68\ 640 \frac{kg}{mes}} = 0,9453 = 94,53\%$$

## **h. Productividad de mano de obra**

La empresa se mantiene con la cantidad de trabajadores para cada estación de trabajo.

$$\text{Productividad promedio de mano de obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{Operarios}} = \frac{64\,886,93 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}{12 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad promedio de mano de obra} = 5\,407,24 \frac{\text{kg}}{\text{operario mes}}$$

## **i. Nivel de servicio**

El nivel de servicio se determina mediante la relación de la demanda versus la cantidad de pedidos que se podrían atender. La demanda anterior anual era de 281 499 kg/ anual y ahora con las propuestas de mejora se podrá atender 725 515,59 kg/anual. De esta producción las mangas plásticas de 40 pulgadas representan 38,8 %.

Con ello el nivel de servicio superará al 100%, dándole capacidad extra para poder atender pedidos futuros. Así mismo cabe señalar que la empresa fabrica diversos tipos de productos, es por ello que la capacidad ociosa que se muestra en la diferencia, será ocupada para producir estos.

$$\text{Nivel de servicio} = 100\%$$

Kg	%
725 515,59	100%
281 499,00	x= 38,8%

## **j. Eficiencia económica**

En la Tabla 96, se procedió a calcular el nuevo costo por unidad de manga plástica de 51,5 Kg, en donde gracias al incremento de la producción el costo se vio reducido de 176,031 soles a 122,23 soles por manga.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Venta}}{\text{Costo}} = \frac{216,3 \text{ soles por manga}}{122,23 \text{ soles por manga}} = 1,77$$

La empresa en estudio obtiene 0,77 soles por cada sol invertido.

Tabla 96. Costo total de producción mejorada

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Cantidad ( kg)</b>	<b>Precio unitario / kg</b>	<b>Costo por kg (S/)</b>
Polietileno baja densidad	54	1,800	1,887
Pigmento Azul	0,103	7,810	0,016
Dióxido de titanio R-903	0,069	3,250	0,004
<b>Materiales Indirectos</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Precio unitario/ kg</b>	<b>Costo por kg (S/)</b>
Cilindro de cartón	1,5	1,000	0,029
Plástico transparente	0,08	2,000	0,003
<b>Mano de obra</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>	<b>Producción promedio mensual kg</b>	<b>Costo total (S/)</b>
Planilla de operarios	14080	64886,93	0,217
Planilla administrativa	2400	64886,93	0,037
Gerencia	3000	64886,93	0,046
<b>Gastos Operación</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>	<b>Producción promedio mensual kg</b>	<b>Costo total (S/)</b>
1. Electricidad	6741,88	64886,93	0,104
3. Internet y telefonía	150	64886,93	0,002
4. Alquiler de local	800	64886,93	0,012
5. Alquiler furgón	1000	64886,93	0,015
<b>Total, Costo</b>			S/ 2,37
<b>Precio de venta</b>			S/ 4,20
<b>Beneficio</b>			S/ 1,83
<b>Eficiencia económica</b>			S/ 1,77

#### k. Grado de capacitación

Este indicador se asume que incrementa en un 100% ya que los trabajadores no tenían ningún tipo de capacitación con respecto a las actividades del trabajo y ahora con la mejora propuesta, se puede lograr este incremento.

## 1. Cuadro comparativo de indicadores

En la Tabla 97, se muestra la comparación de los indicadores actuales y las mejoras, así mismo se halló la variación porcentual de mejora en los indicadores de producción, productividad y eficiencia económica.

Tabla 97. Comparación de indicadores

<b>Producto</b>		<b>Manga plástica de 40"</b>				
<b>Lote</b>		1 unidad de 51,5 ± 2,0 kg				
<b>INDICADORES</b>		<b>ACTUAL</b>	<b>MEJORADO</b>	<b>Variación %</b>		
<b>Cuello de botella (min)</b>		44,63	30,18	-32%	↓	
<b>Tiempo promedio (min)</b>		98,96	73,65	-26%	↓	
<b>Nivel de servicio actual</b>		78%	100%	27%	↑	
<b>Pérdidas económicas por pedidos no atendidos</b>		49 205,65	0	0%	↓	
<b>Actividades productivas</b>		88%	91,1%	4%	↑	
<b>Recorrido total en metros</b>		73,32	39,59	-46%	↓	
<b>Grado de capacitación</b>		0%	100%	100%	↑	
<b>Actividades improductivas</b>		12%	8,9 %	-26%	↓	
<b>PRODUCCIÓN</b>	Producción Teórica anual (kg)	526 578,65	778 643,43	48%	↑	
	Producción Teórica mensual (kg)	43 881,55	64 895,53	48%	↑	
	Producción estándar (kg)	-	60 459,63			
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Productividad de M.O (kg/ mano de obra*mes)	1517,84	5407,24	256%	↑	
<b>EFICIENCIA</b>	Eficiencia Física	95%	98%	3%	↑	
	Eficiencia Económica	1,23	1,77	44%	↑	
	Eficiencia de planta	50,6%	100%	97,6%	↑	
<b>CAPACIDAD</b>	Capacidad de diseño (kg/mes)	49 920	68 640	37,5%	↑	
					↑	

Utilización	44,50%	94,53%	112,43%
-------------	--------	--------	---------

### 3.7. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Se realizó la proyección de la demanda de mangas plásticas de 40 pulgadas en base al historial de ventas en la empresa AYC Plast E.I.R.L (Anexo 6), dónde se usó como base el método de suavización exponencial doble para la proyección de los 5 años próximos. Se uso este método debido a que se ajusta a la tendencia de los datos presentados. Luego de aplicarla, se confirmó que es la correcta debido a que el MAPE tiene un valor del 2,3 %, mucho menor al 20% establecido para validar el método. Para este método se hace uso de dos variables: un valor alfa que da relevancia a los datos históricos y un valor beta que le da la importancia media a la tendencia de datos. Los resultados de la proyección se presentan a continuación:

*Tabla 98. Demanda proyectada*

<b>Año</b>	<b>Demanda Kg</b>
<b>2020</b>	396705
<b>2021</b>	429819
<b>2022</b>	455672
<b>2023</b>	476015
<b>2024</b>	492546

*Fuente: AYC Plast E.I.R.L*

Los datos de la demanda proyectada serán de vital importancia para el cuadro de costo beneficio que se presenta la Tabla 98. Cabe resaltar que en ninguno de los años la demanda supera la capacidad efectiva de la empresa, por lo que se podrá atender todos los pedidos, teniendo un nivel de servicio de 100%. Cabe resaltar que la mejora se realizó en base Los costos para cada propuesta se sustentan a continuación.

#### 3.7.1. Inversiones

##### 3.7.1.1. Inversión fija Tangible

La inversión tangible está dada con respecto a las modificaciones de la infraestructura, maquinaria y equipos a adquirir. Estas resultaron del análisis de cada una de las mejoras propuestas en la redistribución de planta, diseño de puestos de trabajo, reducción del cuello de botella, entre otras.

### a. Infraestructura

El costo total de modificaciones de infraestructura es de s/. 522 soles. En la Tabla 99, se especifica el valor económico de cada una de las modificaciones que se realizarán en el área de producción, específicamente en el almacén de producto terminado.

*Tabla 99. Costo total en infraestructura*

<b>Descripción</b>	<b>Valor monetario</b>
Demolición de pared de 5m <sup>2</sup>	S/ 100,00
Reconstrucción y falsa columna m <sup>2</sup>	S/ 150,00
Tarrajeado	S/ 72,00
Acabados	S/ 50,00
Materiales e imprevistos	S/ 150,00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 522,00</b>

### b. Acondicionamiento

El costo de acondicionamiento se ha considerado para el área de producción. En la propuesta de estandarización de puestos de trabajo en la etapa de pesado de materia prima se le adhirió la inspección de la misma y para ello se propuso mandar hacer un depósito tipo tina de material galvanizado para realizar el muestreo del material de ingreso que llega en mal estado a la empresa, así mismo se realizarán separaciones de los almacenes mediante el uso de muros de Drywall. En la Tabla 100, se muestran los costos a detalle.

*Tabla 100. Costos de acondicionamiento de planta*

<b>Descripción</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Valor monetario</b>
Muros con sistema Drywall	30	S/. 73,00	S/ 2 190,00
Depósito de galvanizado 1,1x1x25	1	S/. 350,00	S/ 350,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 1 810,00</b>

### c. Maquinaria y equipos

Para la adquisición de la máquina extrusora se hizo una evaluación de los factores más relevantes para la adquisición, así mismo se compararon con 4 tipos de extrusoras y se eligió a la que más se adapta al requerimiento de la empresa. Por otro lado, se hace la adquisición de una analizadora de humedad para el área de control de calidad de pellets, este ayudará a verificar si el material está apto para pasar a extrusión de lo contrario se tomarán otras medidas hasta tener un secado completo del material. Los montos fueron dados en dólares en la cotización, es por ello que se procedió a convertirlo en moneda peruana por un valor de 3,35 soles, teniendo una suma total de S/.144 050, como se observa en la Tabla 101.

*Tabla 101. Maquinaria y equipo.*

<b>Descripción</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor monetario</b>
Extrusora ETC-E65/30S+ IGV	<b>1</b>	S/113 900,00
Analizador de humedad	<b>1</b>	S/ 30 150,00
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>S/ 144 050,00</b>

#### **d. Equipos de protección personal**

Los EPP's fueron recomendados usar obligatoriamente en los puestos de trabajo de los operarios, debido a que esto permite que estén más seguros al realizar sus actividades, evitando lesiones y daños a su integridad física a corto o largo plazo. El costo total por año en equipos de protección personal será de S/.1 174,20.

*Tabla 102. Equipos de protección personal*

<b>EPP's</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>Valor monetario</b>
Zapatos Dieléctricos	12	S/ 49,90	S/ 598,80
Polos Manga Larga	12	S/ 6,50	S/ 78,00
Fajas	2	S/ 35,00	S/ 70,00
Guantes Anticorte	1	S/ 57,90	S/ 57,90
Respiradores De Una Vía	7	S/ 44,90	S/ 314,30
Lentes	6	S/ 3,90	S/ 23,40
Taponera	11	S/ 1,90	S/ 20,90
Orejeras	1	S/ 10,90	S/ 10,90
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>		<b>S/ 1 174,20</b>

### 3.7.1.2. Inversión fija Intangible

Dentro de la inversión fija intangible se ha considerado los costos de capacitación, gastos de instalación de maquinaria, al traslado de la máquina extrusora de lima hasta Chiclayo y, por último, la pérdida económica que se tiene por 2 días de parada para la instalación de la máquina y modificaciones en la infraestructura. A continuación, se muestran los costos totales detallados.

*Tabla 103. Costo total de capacitaciones*

<b>Sesión</b>	<b>Título de capacitación</b>	<b>Costo total</b>
<b>1</b>	Proceso productivo de la empresa AYC PLAST, el manejo adecuado de los recursos y llenado de formatos.	S/ 140,00
<b>2</b>	Importancia y mejoras para alcanzar los niveles de servicio demandados.	S/ 120,00
<b>3</b>	Importancia de eliminar los desperdicios(mermas) en la empresa	S/ 105,00
<b>4</b>	Aplicación adecuada de los procedimientos e Instructivos de cada área.	S/ 180,00
<b>5</b>	Uso y manejo de herramientas / maquinaria.	S/ 340,00
<b>6</b>	Seguridad y salud en el trabajo y la importancia de mantener limpios los espacios de trabajo	S/ 380,00
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 1 265,00</b>

*Tabla 104. Gastos de instalación de maquinaria y modificación de la infraestructura*

<b>Gastos de instalación de maquinaria</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo total</b>
<b>Hospedaje</b>	2	S/35,00	S/ 70,00
<b>Alimentos</b>	2	S/ 40,00	S/ 80,00
<b>Pago de obreros</b>	2	S/60,00	S/120,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/270,00</b>

*Tabla 105. Costo de transporte de maquina extrusora Lima-Chiclayo*

<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>	<b>Costo/kg</b>	<b>Costo total</b>
<b>Traslado de maquinaria</b>	3500	S/. 1,80	S/ 6 300,00

*Tabla 106. Pérdidas económicas por paradas*

<b>PRODUCCIÓN REAL- MENSUAL kg</b>	<b>DÍAS/ MES</b>	<b>BENEFICIO ECONÓMICO</b>	<b>TOTAL, DE PÉRDIDA POR PARADA</b>	<b>PARADA 2 DÍAS</b>
<b>64 886,93</b>	26	0,79	S/ 1 971,56	S/ 3 943,13

### 3.7.1.3. Cálculo de los Ingresos Del Proyecto

Para la evaluación económica financiera se tomó en cuenta la proyección de demanda mostrada en la Tabla 98. Así mismo en la Tabla 107, se puede observar la proyección de las ventas en kg que pudieron ser atendidas en el año 2018 y de ello se tiene la referencia de la cantidad que podrá ser atendida durante los próximos años. Para conocer la demanda real que se abastecerá con la mejora se resta la proyección menos las ventas que es la cantidad de producción realizada en la empresa, obteniéndose así la demanda de los próximos 5 años.

*Tabla 107. Demanda proyectada de los próximos 5 años*

<b>DATOS</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>PROYECCIÓN- kg (A)</b>	396 704,50	429 819,00	455 672,00	476 014,50	492 546,00
<b>VENTAS 2018- kg(B)</b>	218 188,63	218 188,63	218 188,63	218 188,63	218 188,63
<b>Demanda- kg (A-B)</b>	178 515,87	211 630,37	237 483,37	257 825,87	274 357,37

La nueva demanda multiplicada por el precio de venta (S/4,20/kg) permite conocer cuánto será el ingreso obtenido por cada año proyectado.

*Tabla 108. Ingresos Proyectados*

		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Demanda Atendida</b>	k g	178 515,87	211 630,37	237 483,37	257 825,87	274 357,37
<b>Precio De Venta *</b>	S/ kg	S/ 4,20	S/ 4,20	S/ 4,20	S/ 4,20	S/ 4,20
<b>Ingresos (C)</b>	S/	S/749 766,65	S/888 847,55	S/997 430,15	S/1082 868,65	S/1152 300,95

Así mismo se determinó en la Tabla 96 que el costo de producción por kg equivale a (S/2,35/kg).

*Tabla 109. Costos de producción Proyectados*

<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

<b>Demanda Atendida</b>	kg	178 515,87	211 630,37	237 483,37	257 825,87	274 357,37
<b>Costo Por kg</b>	S/	S/ 2,37	S/ 2,37	S/ 2,37	S/ 2,37	S/ 2,37
<b>Costo De Producción (D)</b>	S/	S/423 082,61	S/501 563,98	S/562 835,59	S/611 047,31	S/650 226,97

Después se obtiene mediante la resta de ingresos y costo de producción el total de ingresos que se obtendrán anualmente.

*Tabla 110. Total, de ingresos*

		<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Total, De Ingresos (C-D)	S/	S/326 684,04	S/387 283,58	S/434 594,57	S/471 821,34	S/502 073,99

### 3.7.1.4. Cálculo de la Tasa mínima de Aceptación de Rendimiento

Se realiza el cálculo de este indicador como referencia para determinar si se generarán ganancias o no en el proyecto. Si el TIR no es superior al TMAR, este proyecto no será aprobado ya que no será viable.

En la siguiente tabla se presentan todos los datos usados para determinar el TMAR. La tasa de inflación según el INEI en el año 2018 fue equivalente a 2,48 %, la cual sumada al porcentaje de ganancia esperada por el inversor es de 17,48 %, por otro lado, tenemos que el TEA será equivalente al 14%, préstamo que será otorgado por el Banco de crédito del Perú. Así mismo se tiene que el 30 % es la inversión del inversor y el 70 % será otorgado por financiamiento. El TMAR obtenido es de 15,04 %.

*Tabla 111. Cálculo de TMAR (%)*

	<b>Tasa inflacionaria</b>	<b>% de ganancia esperado</b>	
<b>Inversión Propia</b>	2,48%	15%	17,48%
<b>Inversión Financiada</b>		14%	14%
	<b>% de aporte</b>	<b>TMAR</b>	<b>Ponderado</b>
<b>Inversión Propia</b>	30%	17,48%	5,24%
<b>Inversión Financiada</b>	70%	14%	10%
<b>TMAR GLOBAL</b>			<b>15,04%</b>

### 3.7.1.5. Cálculo de los Gastos Financieros

Cómo ya se explicó anteriormente, el banco será el encargado de financiar el 70 % del proyecto en un periodo de 5 años, por lo que se procedió a calcular el interés y la amortización durante este periodo, teniendo como suma de estos el total de gastos financieros que se tendrán en cuenta en el flujo de caja presentado más adelante.

*Tabla 112. Gastos Financieros*

<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
	<b>PRE OPER</b>	<b>1 Año</b>	<b>2 Año</b>	<b>3 Año</b>	<b>4 Año</b>	<b>5 Año</b>
<b>PRESTAMO A LARGO PLAZO (A)</b>	118 874,79					
<b>PRESTAMO A CORTO PLAZO</b>						
<b>INTERESES (B) (A-C) *0.14</b>		<b>16 642,47</b>	<b>13 313,98</b>	<b>9 985,48</b>	<b>6 656,99</b>	<b>3 328,49</b>
Por préstamos a largo plazo		8 321,24	13 313,98	9 985,48	6 656,99	3 328,49
Por préstamos a corto plazo						
<b>AMORTIZACIONES (C) A/5</b>		<b>23 774,96</b>	<b>23 774,96</b>	<b>23 774,96</b>	<b>23 774,96</b>	<b>23 774,96</b>
Por préstamos a Largo plazo		23 774,96	23 774,96	23 774,96	23 774,96	23 774,96
Por préstamos a corto plazo						
<b>TOTAL, GASTOS FINANCIEROS (B+C)</b>		<b>40 417,43</b>	<b>37 088,93</b>	<b>33 760,44</b>	<b>30 431,95</b>	<b>27 103,45</b>

A continuación, se muestra el flujo de caja que hace referencia a los ingresos y salidas netas de dinero, además se tiene que la inversión de las mejoras propuestas equivale a S/ 169 821,13.

Tabla 113. Flujo de Caja Proyectado

ITEM		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>	<b>Unidad</b>						
DEMANDA ATENDIDA	kg		178 515,87	211 630,37	237 483,37	257 825,87	274 357,37
INGRESOS	S/		S/749 766,65	S/888 847,55	S/997 430,15	S/1082 868,65	S/1152 300,95
COSTO DE PRODUCCIÓN	S/		S/423 082,61	S/501 563,98	S/562 835,59	S/611 047,31	S/650 226,97
GASTOS DE FINANCIAMIENTO			S/40 417,43	S/37 088,93	S/33 760,44	S/30 431,95	S/27 103,45
<b>Total de ingresos</b>	S/		<b>S/286 266,61</b>	<b>S/350 194,64</b>	<b>S/400 834,13</b>	<b>S/441 389,40</b>	<b>S/474 970,53</b>
<b>INVERSION TANGIBLE</b>							
INFRAESTRUCTURA	S/	S/ 522,00					
ACONDICIONAMIENTO	S/	S/2 540,00					
MAQUINARIA Y EQUIPOS	S/	S/144 050,00					
EPP's		S/5 871,00					
<b>TOTAL DE INVERSIÓN TANGIBLE</b>		<b>S/152 983,00</b>					
<b>INVERSION INTANGIBLE</b>							
TRASLADO DE MAQUINARIA	S/	S/6 300,00					
CAPACITACIONES	S/	S/6 325,00					
INSTALACIÓN DE MAQUINARIA	S/	S/ 270,00					
PARADA 2 DÍAS	S/	S/3 943,13					
<b>TOTAL DE INVERSIÓN INTANGIBLE</b>		<b>S/16 838,13</b>					
<b>INVERSION TOTAL</b>		<b>S/169 821,13</b>					
INVERSIÓN PROPIA		S/50 946,34					
INVERSIÓN FINANCIADA		S/118 874,79					
<b>UTILIDAD BRUTA</b>			<b>S/116 445,48</b>	<b>S/350 194,64</b>	<b>S/400 834,13</b>	<b>S/441 389,40</b>	<b>S/474 970,53</b>
Depreciación			-S/7 202,50	-S/7 202,50	-S/7 202,50	-S/7 202,50	-S/7 202,50
<b>Utilidad sin Impuestos</b>			<b>S/109 242,98</b>	<b>S/342 992,14</b>	<b>S/393 631,63</b>	<b>S/434 186,90</b>	<b>S/467 768,03</b>
<b>Impuestos (30%)</b>			S/32 772,90	S/102 897,64	S/118 089,49	S/130 256,07	S/140 330,41
Depreciación			S/7 202,50	S/7 202,50	S/7 202,50	S/7 202,50	S/7 202,50
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>-S/50 946,34</b>	<b>S/83 672,59</b>	<b>S/247 297,00</b>	<b>S/282 744,64</b>	<b>S/311 133,33</b>	<b>S/334 640,12</b>
<b>Acumulado</b>		<b>-S/50 946,34</b>	<b>S/32 726,25</b>	<b>S/280 023,25</b>	<b>S/562 767,89</b>	<b>S/873 901,22</b>	<b>S/1208 541,34</b>

Finalmente se determinó el análisis costo- beneficio que es el indicador neto de rentabilidad y se obtiene de dividir los ingresos totales netos entre el valor de los costos de producción, la inversión de las propuestas y los gastos de financiamiento. Según la fórmula usada el beneficio costo obtenido es de S/1,18, por lo que podemos concluir que por cada sol invertido se tendrá una ganancia de S/0,18.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos} + \text{Inversión}}$$

$$\begin{aligned} \text{Beneficio/costo} &= \frac{S/ 749 766,65}{S/423 082,61+S/40 417,43+ S/169 821,13} \\ &= S/1,18 \end{aligned}$$

Se determinó el periodo de recuperación de la inversión de las propuestas de mejora mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{ingresos en el primer año}}$$

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{S/169 821,13 \text{ año}}{S/83 672,59 \text{ año}} = 2,03 * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 61 \text{ días}$$

Finalizado el flujo de caja se determinaron los siguientes indicadores de rentabilidad. Se obtuvo que el van es mayor 0, así mismo, al comparar el TIR de 259,37 % y el TMAR de 15,04 %, se asegura una alta rentabilidad del proyecto, es decir, se debe invertir.

*Tabla 114. Cuadro Resumen De Indicadores De Rentabilidad*

<b>B/C</b>	S/ 1,18
<b>VAN</b>	S/ 642 724,97
<b>TIR</b>	259,37%
<b>TMAR</b>	15,04%

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1.CONCLUSIONES**

La propuesta de mejora de la empresa en estudio permitió incrementar en un 22 % su nivel de servicio. Aumentando de 78 % al 100 %.

Se diagnosticó que la empresa A&C Plast E.I.R.L contaba con un bajo nivel de servicio causado porque el material de ingreso no cumplía con las especificaciones técnicas dadas por la empresa, no existían métodos de trabajo estandarizados, la inadecuada distribución de planta y puestos de trabajo y la falta de capacitación del personal. Estas causas, conllevaban a la empresa a obtener un 78% de nivel de servicio, con un impacto económico contra la empresa de 49 205,65 soles durante el período evaluado.

Se utilizó la metodología de Pareto para identificar el objeto de estudio de la investigación. Para eliminar las causas que conllevaban a un nivel de servicio bajo, se procedió a estandarizar el proceso de evaluación y selección de proveedores de materia prima, proponiendo procedimientos, formatos y controles para que el material de ingreso cumpla con los requerimientos. Asimismo, se procedió a diseñar los puestos de trabajo y a proponer métodos adecuados para realizar eficientemente las actividades dentro del proceso. Fue necesario también, realizar un balance de líneas para maximizar la eficiencia de la línea de producción, buscando estaciones que disminuyan tiempos muertos y propuestas que reduzcan la restricción del proceso como la compra de un nuevo equipo de extrusión para el área de producción. Como apoyo a lo trabajado, se realizó la propuesta de una distribución de planta, con nuevas áreas de apoyo para un mayor control de los procesos, mejorando así el flujo de materiales y del personal a través de la metodología SLP (System Layout Planning). Finalmente, se planteó un programa y plan de capacitación con temas de acorde a las necesidades de la empresa, los cuales se programaron para ser dictados a lo largo del año 2019. Con estas propuestas se mejoraron los indicadores aumentando la producción en un 100%, de 22 205 kg/ al mes a una máxima capacidad efectiva de 64 895,53 kg/mes

Por último, se realizó el análisis costo beneficio del proyecto, para lo cual se procedió a realizar la proyección de la demanda mediante el método de suavización exponencial doble y a calcular los costos incurridos de las propuestas presentadas. Donde se obtuvo que la empresa invierte un total de 169 821,13 soles en las propuestas realizadas y su periodo de retorno de inversión equivale a 61 días, con un beneficio costo de 1,18 soles, por lo que podemos concluir que por cada sol invertido se tendrá una ganancia de 0,18 soles.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

Se debe considerar el análisis del nuevo cuello de botella dado por el balance de líneas, ya que esta puede servir como fuente de investigación, para seguir incrementando la eficiencia de línea y reduciendo los tiempos muertos.

Se recomienda a la empresa aplicar la metodología 5S para mantener el orden y limpieza de la empresa, de esta forma lograr mejorar la productividad, clima laboral y bienestar dentro del proceso productivo.

Se recomienda aplicar un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción, ya que las extrusoras usualmente presentan fallas que retrasan el proceso productivo y por ende disminuye la producción estimada, es por ello que se debe buscar s prever paradas innecesarias para incrementar la producción.

## V. BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. IMAGEN, «Domina Asia la producción de plásticos,» 31 agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.plastimagen.com.mx/2017/wp-content/uploads/2017/11/Plastimagen2017-Boletin3-083117.pdf>. [Último acceso: 20 ABRIL 2018].
- [2] «ONU, Medio Ambiente,» 2 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.unenvironment.org/es/news-and-stories/reportajes/reciclaje-de-plastico-el-sector-esta-listo-para-un-nuevo-impulso>. [Último acceso: 10 Junio 2019].
- [3] PERÚ PRODUCE, «SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS,» Enero 2014. [En línea]. Available: [http://www2.sni.org.pe/servicios/boletinperuproduce/download/Peru\\_Produce\\_596.pdf](http://www2.sni.org.pe/servicios/boletinperuproduce/download/Peru_Produce_596.pdf). [Último acceso: 21 abril 2018].
- [4] «Ministerio del Ambiente- MINAM,» 2018 Mayo 18. [En línea]. Available: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>. [Último acceso: 06 Junio 2019].
- [5] J. L. Carreón, «Incremento de la eficiencia de una línea productiva basada en herramientas de Manufactura Esbelta,» *Culcyt*, vol. 13, n° 58, 2016.
- [6] L. Alanís, P. Tello y G. López, «La capacitación y la motivación laboral como factor de importancia para el logro de objetivos organizacionales,» *In Global Conference on Business & Finance Proceedings*, vol. 9, n° 2, pp. 1564-1567, 2015.
- [7] P. Kulkarni, S. Kshire<sup>2</sup> y V. Chandratre, «Improving productivity through the deployment of lean and work study methods,» *International Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 3, n° 2, 2014.
- [8] W. Wiyaratn y A. Watanapa, «Improvement Plant Layout Using Systematic,» *Industrial and Manufacturing Engineering*, vol. 4, n° 12, 2014.
- [9] A. M. I. M. C. J. R. N. MarmolejoI, «Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones,» *SCIELO*, vol. 37, n° 1, 2016.
- [10] B. Render y J. Heizer, Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas, 8 ed., España: Pearson Education, 2001.
- [11] P. Aguilar, «Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar,» *Scielo*, vol. Pensamiento y Gestión, n° 32, pp. 142-164, 2012.
- [12] M. Arroyo, «Issu,» 12 abril 2012. [En línea]. Available: <https://issuu.com/maxarroyo/docs/plantasindustriales>. [Último acceso: 1 junio 2018].

- [13] T. A. R. Fucci, «EL GRAFICO ABC COMO TECNICA DE GESTION DE INVENTARIOS,» 199. [En línea]. Available: <http://www.ope20156.unlu.edu.ar/pdf/abc.pdf>. [Último acceso: 2018 Septiembre 15].
- [14] R. G. Criollo, Estudio del trabajo, México: 2 Ed. McGraw-Hill Interamericana, 2005.
- [15] B. Niebel y A. Freivalds, Métodos , estándares y diseño del trabajo, México: MCGRAW-HILL, ed. 13, 2014.
- [16] PROGRESSA LEAN, «Expertos en modelo de Gestión Lean y Mejora continua,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/5w2h-tecnica-de-analisis-de-problemas/>. [Último acceso: 4 setiembre 2018].
- [17] J. F. V. Barrio, F. G. Fraile y M. T. Monzón, Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la calidad, FC Editorial, 1998.
- [18] M. E. V. Vergara, «LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN,» *Scielo*, vol. 9, n° 3, 2017.
- [19] D. d. l. Fuente y I. Fernández, Distribución en planta, Madrid, España: Universidad de Oviedo, 2005.
- [20] P. Ortega y A. Gamez, «“Systematic Layout Planning SLP” y “Teoría de la Topogénesis”,» 10 agosto 2010. [En línea]. Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/115297/6\\_04\\_Paola%20Ortega\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/115297/6_04_Paola%20Ortega_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [21] Jose Torres y O. Jaramillo, Diseño y análisis del puesto de trabajo: Herramienta para la gestión del talento humano, Colombia: Universidad del Norte, 2014.
- [22] «Escuela de organización Industrial,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/14/modelo-de-un-plan-de-capacitacion-2/>. [Último acceso: 02 noviembre 2018].

## VI. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta para los operarios del área de producción

#### ENCUESTA PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Lea detenidamente cada pregunta y conteste de acuerdo a lo que considere más adecuado.

##### OBJETIVO:

Identificar las condiciones de trabajo de los operarios y el grado de capacitación.

##### Datos Generales:

Edad: \_\_\_\_\_ Género: ( ) Masculino

##### Grado de instrucción:

( ) Sin Estudios ( ) Primaria ( ) Secundaria ( ) Universitaria ( ) Superior Técnica

#### I. DIAGNÓSTICO

##### 1. ¿Está Satisfecho con la labor que realiza?

No  Sí  A veces

Si respondió No, especifique por qué

---

##### 2. ¿Alguna vez ha recibido alguna capacitación para desarrollar sus actividades adecuadamente dentro de la empresa?

No  Sí  es

Si respondió No, especifique por qué

---

##### 3. ¿Usted como trabajador considera que trabaja con las condiciones adecuadas de seguridad de acuerdo a la labor que desempeña?

No  Sí  A veces

Si respondió No, especifique por qué

---

##### 4. ¿Marque con una "x" la opción que usted considere el mayor problema que afecta a la forma en como desarrolla su trabajo?

- ( ) Inadecuada distribución de las áreas de trabajo en planta.
- ( ) Falta de capacitación.
- ( ) Condiciones de trabajo inadecuadas.
- ( ) Otra

Si respondió "otra" especifique

---

##### 5. ¿Qué alternativa de solución plantearía para mejorar su área de trabajo?

- ( ) Reorganizar la distribución de las áreas de trabajo.
- ( ) Capacitar al personal.
- ( ) Mejorar el ambiente de trabajo
- ( ) Otra

Si respondió otra especifique

---

Anexo 2. Cotizaciones de maquinarias



Av. San Juan 615. San Luis - Lima  
 Telef: 01-4730147 / 3755049  
 www.eco-tech.com.pe

**COTIZACION No 2019-05017**

PARA: 20600012186  
 RUC: A Y C PLAST EIRL  
 ATT: Richard Torres  
 FECHA: 15/05/2019

<b>EXTRUSORA PARA POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD 1200mm</b>	
Modelo	ETC-E65/30S
Ancho de manga	400-1200mm
Espesor de película	0.008-0.12mm
Motor principal	30kw + variador de frecuencia
Motor de tracción	1.5kw + variador de frecuencia
Torre de tracción	sube y baja
Díametro de tornillo	65mm, material 38CrMoAl y nitrogenado 72horas
Relación de tornillo	30:1
Velocidad de tornillo	10-100r/mimuto
Cabezal	Giratorio 280mm
Ancho de rodillo	13000mm
Bobinador	dos estaciones, motores con variador de frecuencia.
Peso	3500kg
Dimensiones	6800x7800x6300mm
Producción	produccion hasta 80kg/hora según tipo de material
Accesorios	pistones y ejes iris de aluminio
Precio	<b>\$34,000.00 mas IGV.</b>
Forma de pago	al contado
Tiempo de entrega	48 horas
Lugar de entrega	la puerta de fabrica del comprador sobre transporte
Garantía	un año

**Información de vendedor**

Razón social: ECO-TECH CORPORATION SAC  
 RUC: 20514805114

**BBVA CONTINENTAL**

Nº de cuenta: 011 345 000100005693 65

Vendedor: Juan Sicha

Celular: 947338693

Email: jsicha@eco-tech.com.pe



Asian Machinery U.S.A. , Inc.  
 3 S.w. 129<sup>th</sup> Avenue, Suite 208  
 Pembroke Pines, Fl 33027 U.S.A.  
 Tel: (305)-594 1075 email: ventas@asianmachineryusa.com  
 Webpage: www.asianmachineryusa.com



**MODELO**  
**VM/HL-65EZ**

**LINEA COMPLETA  
 DE PRODUCCION  
 EXTRUSION DE  
 POLIETILENO DE  
 ALTA , BAJA Y BAJA  
 LINEAL DENSIDAD**

**ESPECIFICACIONES**

**MATERIAL TRABAJABLE:** PEAD, PEBD, PEBDL  
**ANCHO DEL PLIEGO:** MIN 600 MM - MAX. 1300 MM  
**ESPEJOR DEL PLIEGO:** PEAD: 0.01-0.10 MM, PEBD 0.03-0.15 MM  
**MAX. PRODUCCION: (hr.)** PEAD 60-100 KG/HR, PET 80-140 KG/HR  
**EXTRUSORES:** 1(BASE AL PISO)  
**DIAMETRO DEL TORNILLO:** 65 MM  
**RATIO L/D DEL TORNILLO:** 30:1  
**MATERIAL DEL BARRIL Y TORNILLO:** SACM-645/38 CRMOALA, POLISHED NITURADO  
**CILINDRO DE ENFRIAMIENTO:** 550 W x 4  
**MOTOR PRINCIPAL:** 37 KW INVERSOR DE VELOCIDAD  
**CONTROLES DE TEMPERATURA:** 4 POR BARRIL  
**CONSUMO PROMEDIO:** 45 KW  
**TIPO DE DADO**  
**TAMAÑO DE DADO:** ALTA 100/120 MM, BAJA 300/250 MM  
**CONTROLES DE TEMPERATURA:** 3  
**ANILLO DE AIRE:** 1  
**SOPLADOR DE AIRE:** 5.5 KW

RECICLADO – TERMOFORMADO –BOLSAS – SOPLADO – INYECCION – EMBOTELLADO – RAFIA - EXTRUSION



Asian Machinery U.S.A. , Inc.  
3 S.w. 129<sup>th</sup> Avenue, Suite 208  
Pembroke Pines, Fl 33027 U.S.A.  
Tel: (305)-594 1075 email: ventas@asianmachineryusa.com  
Webpage: www.asianmachineryusa.com

---

**UNIDAD DE ARRASTRE**

TAMAÑO DE RODILLOS: 165 MM DIA x 1400 MM (LARGO)  
ANCHO EFECTIVO: 1300 MM  
ALTURA AJUSTABLE DE TORRE: 700 MM  
VELOCIDAD DE ARRASTRE: 10-90 M/MIN  
MOTOR DE ARRASTRE: 1.5 KW

**UNIDAD DE EMBOBINADO**

TIPO DE EMBOBINADO: FRICCION DE SUPERFICIE  
MOTOR DE EMBOBINADO: 16 N.m  
VELOCIDAD DE EMBOBINADO: 10-80 MT/MIN

**PANEL DE CONTROL:**

INDEPENDIENTE, C/INSTRUMENTOS DE  
OPERACION, AMPERIMETROS, ETC.

DIMENSIONES TOTALES: 5.8 x 2.8 X 6.2 MT

**OPCIONALES INCLUIDOS**

CABEZAL GIRATORIO SI  
CAMBIA MALLA PALANCA SI  
EMBOBINADOR DOBLE SI  
AUTOALIMENTADOR SI  
TRATADOR DE CORONA SI

**PRECIO CIF PTO. CALLAO, PERU..... US \$ 43,900.00**

**Términos de Ventas**

**DESPACHO.**-En 60 a 90 días de recibido orden de compra con 40% de depósito inicial mediante transferencia bancaria, y balance del 60% mediante transferencia bancaria o carta de crédito confirmada pagadera a presentación de documentos de embarque.

**GARANTIA.**- De un año en elementos mecánicos y 180 días en componentes eléctricos.

**INSTALACION.**- Los Gastos de Instalación corren por cuenta del comprador y/o a tratar.

**VALIDEZ.**- Esta cotización es válida por 30 (treinta) días.

**DATOS BANCARIOS.**- Transferir a **ASIAN MACHINERY USA, Inc.**



Asian Machinery U.S.A. , Inc.  
3 S.w. 129<sup>TH</sup> Avenue, Suite 208  
Pembroke Pines, Fl 33027 U.S.A.

Tel: (305)-594 1075 email: [ventas@asianmachineryusa.com](mailto:ventas@asianmachineryusa.com)  
Webpage: [www.asianmachineryusa.com](http://www.asianmachineryusa.com)

**MODELO:**  
**VM/HL-55EZ**

**LINEA DE  
EXTRUSION DE  
POLIETILENO DE  
ALTA, BAJA Y  
BAJA LINEAL  
DENSIDAD**



#### **ESPECIFICACIONES**

MATERIAL TRABAJABLE:	PEAD, BDPE, BDLPE
ANCHO DEL PLIEGO:	MIN 400 MM - MAX. 1000 MM
ESPESOR DEL PLIEGO:	BDPE/BDLPE: 0.009 – 0.10MM, HDPE 0.02– 0.013 MM
MAX. PRODUCCION: (hr.)	BAJA DENSIDAD 80 KLGs/HR, ALTA 70 KLGs/HR
<b>EXTRUSORES:</b>	1(BASE AL PISO)
DIAMETRO DEL TORNILLO:	55MM
RATIO L/D DEL TORNILLO:	30:1
MATERIAL DEL BARRIL Y TORNILLO:	SACM-645/38 CRMOALA, POLISHED NITURADO
CILINDRO DE ENFRIAMIENTO:	50W x 3
MOTOR PRINCIPAL:	22 KW INVERSOR DE VELOCIDAD.
CONTROLES DE TEMPERATURA:	3 POR BARRIL
CONSUMO PROMEDIO:	31 KW
<b>TIPO DE DADO</b>	
TAMAÑO DE DADO:	BAJA 250/200 MM, ALTA 100/120MM
CONTROLES DE TEMPERATURA:	3
ANILLO DE AIRE:	1
SOPLADOR DE AIRE:	3KW

RECICLADO – TERMOFORMADO – BOLSAS – SOPLADO – INYECCION – EMBOTELLADO – RAFIA - EXTRUSION



Asian Machinery U.S.A. , Inc.  
3 S.w. 129<sup>TH</sup> Avenue, Suite 208  
Pembroke Pines, Fl 33027 U.S.A.

Tel: (305)-594 1075 email: ventas@asianmachineryusa.com  
Webpage: www.asianmachineryusa.com

#### **UNIDAD DE ARRASTRE**

TAMAÑO DE RODILLOS: 165MM DIA. X 1100MM (LARGO)  
ANCHO EFECTIVO: 1000MM  
ALTURA AJUSTABLE DE TORRE: 700MM

VELOCIDAD DE ARRASTRE: 10-80M/MIN  
MOTOR DE ARRASTRE: 1.5KW

#### **UNIDAD DE EMBOBINADO**

TIPO DE EMBOBINADO: FRICCION DE SUPERFICIE  
MOTOR DE EMBOBINADO: 10N.m  
VELOCIDAD DE EMBOBINADO: 10-90M/MIN

#### **DIMENSIONES**

DIMENSIONES TOTALES: 5.5 X 2.5 X 6.2M

**PANEL DE CONTROL:** INDEPENDIENTE, C/INSTRUMENTOS DE OPERACION,  
AMPERIMETROS, ETC.

#### **OPCIONALES INCLUIDOS**

CABEZAL GIRATORIO SI  
CAMBIA MALLA PALANCA SI  
EMBOBINADOR DOBLE SI  
AUTOALIMENTADOR SI  
TRATADOR DE CORONA SI

**PRECIO CIF PUERTO CALLAO, PERU.....US \$ 37,500.00**

#### **Términos de Ventas**

**DESPACHO.**-En 60 a 90 días de recibido orden de compra con 40% de depósito inicial mediante transferencia bancaria, y balance del 60% mediante transferencia o carta de crédito confirmada e irrevocable pagadera a presentación de documentos de embarque.

**GARANTIA.**- De un año en elementos mecánicos y 180 días en componentes eléctricos.

**INSTALACION.**- Los Gastos de Instalación corren por cuenta del comprador y/o a tratar.

**VALIDEZ.**- Esta cotización es válida por 30 (treinta) días.

**DATOS BANCARIOS.**- Transferir a **ASIAN MACHINERY USA.**



Asian Machinery U.S.A. , Inc.  
3 S.w. 129<sup>TH</sup> Avenue, Suite 208  
Pembroke Pines, Fl 33027 U.S.A.  
Tel: (305)-594 1075 email: ventas@asianmachineryusa.com  
Webpage: www.asianmachineryusa.com



**MODELO:**  
**VM/HL-50EZ**

**LINEA DE  
EXTRUSION DE  
POLIETILENO  
DE ALTA, BAJA  
Y BAJA LINEAL  
DENSIDAD**

#### **ESPECIFICACIONES**

<b>MATERIAL TRABAJABLE:</b>	PEAD, BDPE, BDLPE
<b>ANCHO DEL PLIEGO:</b>	MIN 300 MM - MAX. 800 MM
<b>ESPESOR DEL PLIEGO:</b>	BDPE/BDLPE: 0.02 – 0.11MM, HDPE .01 – 0.05 MM
<b>MAX. PRODUCCION: (hr.)</b>	BAJA DENSIDAD 60 KLGS/HR, ALTA 50 KLGS/HR
<b>EXTRUSORES:</b>	1(BASE AL PISO)
<b>DIAMETRO DEL TORNILLO:</b>	50MM
<b>RATIO L/D DEL TORNILLO:</b>	30:1
<b>MAT. DEL BARRIL Y TORNILLO:</b>	SACM-645/38 CRMOALA, POLISHED NITURADO
<b>MOTOR PRINCIPAL:</b>	18.5 KW INVERSOR DE VELOCIDAD.
<b>CONTROLES DE TEMP:</b>	3 POR BARRIL
<b>CONSUMO PROMEDIO:</b>	26 KW
<b>TIPO DE DADO</b>	
<b>TAMAÑO DE DADO:</b>	BAJA 180/150 MM, ALTA 80/100MM
<b>CONTROLES DE TEMPERATURA:</b>	3
<b>ANILLO DE AIRE:</b>	1
<b>SOPLADOR DE AIRE:</b>	2.2KW

RECICLADO – TERMOFORMADO –BOLSAS – SOPLADO – INYECCION – EMBOTELLADO – RAFIA - EXTRUSION



Asian Machinery U.S.A. , Inc.  
3 S.w. 129<sup>th</sup> Avenue, Suite 208  
Pembroke Pines, Fl 33027 U.S.A.

Tel: (305)-594 1075 email: [ventas@asianmachineryusa.com](mailto:ventas@asianmachineryusa.com)  
Webpage: [www.asianmachineryusa.com](http://www.asianmachineryusa.com)

**UNIDAD DE ARRASTRE**

TAMAÑO DE RODILLOS: 165MM DIA. X 850MM (LARGO)  
ANCHO EFECTIVO: 800MM  
ALTURA AJUSTABLE DE TORRE: 700MM  
VELOCIDAD DE ARRASTRE: 10-100M/MIN  
MOTOR DE ARRASTRE: 1.5KW

**UNIDAD DE EMBOBINADO**

TIPO DE EMBOBINADO: FRICCIÓN DE SUPERFICIE  
MOTOR DE EMBOBINADO: 8N.m  
VELOCIDAD DE EMBOBINADO: 10-100M/MIN

**DIMENSIONES**

DIMENSIONES TOTALES: 5.0 X 2.2 X 4.5M  
PANEL DE CONTROL: INDEPENDIENTE, C/INSTRUMENTOS DE OPERACION, AMPERIMETROS, ETC.

**OPCIONALES INCLUIDOS**

CABEZAL GIRATORIO SI  
CAMBIA MALLA PALANCA SI  
EMBOBINADOR DOBLE SI  
AUTOALIMENTADOR SI  
TRATADOR DE CORONA SI

**PRECIO CIF PUERTO CALLAO, PERU.....US \$ 31,900.00**

**Términos de Ventas**

**DESPACHO.**-En 60 a 90 días de recibido orden de compra con 40% de depósito inicial mediante transferencia bancaria, y balance del 60% mediante transferencia o carta de crédito confirmada e irrevocable pagadera a presentación de documentos de embarque.

**GARANTIA.**- De un año en elementos mecánicos y 180 días en componentes eléctricos.

**INSTALACION.**- Los Gastos de Instalación corren por cuenta del comprador y/o a tratar.

**VALIDEZ.**- Esta cotización es válida por 30 (treinta) días.

**DATOS BANCARIOS.**- Transferir a **ASIAN MACHINERY USA.**

---

RECICLADO – TERMOFORMADO –BOLSAS – SOPLADO – INYECCION – EMBOTELLADO – RAFIA - EXTRUSION

### Anexo 3. Sistema de suplementos por descanso

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos<sup>1</sup>

#### 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4

#### 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4		4	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración intensa</b>		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b> (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			<b>G. Ruido</b>		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	<b>H. Tensión mental</b>		
<b>D. Mala iluminación</b>			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	<b>I. Monotonía</b>		
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	<b>J. Tedio</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

<sup>1</sup> Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. **Ejemplo sin valor normativo**

## Anexo 4. Analizador de humedad de pellets

### Analizador de humedad determinación en resinas ABS plásticos pet nylon



USD 900.00

#### Descripción general

##### Detalles rápidos

Lugar del origen: Guangdong, China (Mainland)  
Número de Modelo: MM50  
Capacidad (métrico):120g  
Peso neto: 3.0 kg  
Rango de temperat... 10-30 &deg;C  
Libro manual versi... Inglés  
Modo de calefacci... Lámpara halógena calefacción

Marca: Kunlun  
Legibilidad (métric... 0.001G  
Tipo de pantalla: LCD retroiluminada personalizada  
Rango de tara: Capacidad por sustracción  
Tamaño de pan (di... 90mm  
Sensor: Resistencia de Platino

##### Capacidad de suministro

Capacidad de sumi... 200 Set/Sets per Month

##### Embalaje y envío

Paquete Analizador de humedad determinación en resinas ABS plásticos pet nylon está protegido con fibra de resina y película de los PP y A continuación, poner en...  
Puerto Guangzhou  
Lead Time (?): within 15 days after received the deposit

## Plancha de Drywall Volcanita Volcanita 1/2" RF Volcan



S/ **30.50** C/U

Atributo	Detalle
Características	Se fabrica en diferentes espesores, anchos y largos, con borde rebajado. Especialmente desarrolladas para ser utilizadas en aplicaciones con un alta requerimiento de resistencia frente al fuego.
Marca	Volcan
Material	Yeso cartón
Medidas	1.22 x 2.44 m
Espesor	1/2"
Peso	10,5 kg/m2
Libre de asbesto	No
No se pica	No
Resistente a la humedad	Sí
Resistente al fuego	Sí
Aislamiento de sonido	Sí
Fácil de instalación	Sí
Color	Rojo claro
Uso	Ideal para revestimientos de tabiques, muros, techos, cielo raso y en general en la construcción de cualquier tipo de edificación residencial, comercial e industrial
Garantía	Por defecto de fábrica
Procedencia	Chile
Recomendaciones	Los paneles han de colocarse en lugares cubiertos y apilarse uno sobre otro en un piso limpio, en el centro de las habitaciones más grandes. Muchas veces es preferible colocar la cantidad necesaria de paneles en el lugar donde se utilizarán. Todos los materiales que se empleen en la obra deben conservarse dentro de sus empaques hasta que llegue el momento de utilizarlos.
Tipo	Placa de yeso

Anexo 6. Pronóstico de la demanda de mangas plásticas de 40 pulgadas

Se realizó el pronóstico de la demanda tomando en cuenta dos variables: un valor alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ), dónde el alfa da relevancia a los datos históricos y beta da importancia media a la tendencia de datos. Luego se calculó un pronóstico suavizado, siguiendo la tendencia suavizada, posterior a ello el pronóstico con tendencia. En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis

$\beta$	0,1
$\alpha$	0,3

MAPE	2,30%
------	-------

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2018	Enero	460	460,00	0,00	460,00
2018	Febrero	395	460,00	0,00	460,00
2018	Marzo	370	440,50	-1,95	438,55
2018	Abril	380	417,99	-4,01	413,98
2018	Mayo	390	403,78	-5,03	398,76
2018	Junio	363	396,13	-5,29	390,84
2018	Julio	380	382,49	-6,12	376,37
2018	Agosto	493	377,46	-6,01	371,44
2018	Septiembre	490	407,91	-2,37	405,54
2018	Octubre	568	430,88	0,17	431,04
2018	Noviembre	582	472,13	4,27	476,41
2018	Diciembre	595	508,08	7,44	515,53
2019	Enero	516	539,37	9,83	549,19
2019	Febrero	550	539,24	8,83	548,07
2019	Marzo	549	548,65	8,89	557,54
2019	Abril	558	554,97	8,63	563,61
2019	Mayo	564	561,93	8,46	570,39
2019	Junio	571	568,47	8,27	576,75
2019	Julio	577	575,02	8,10	583,12
2019	Agosto	584	581,29	7,92	589,20
2019	Septiembre	590	587,64	7,76	595,40
2019	Octubre	596	593,78	7,60	601,38
2019	Noviembre	602	599,77	7,44	607,20
2019	Diciembre	608	605,64	7,28	612,92
2020	Enero	613	611,45	7,13	618,58
2020	Febrero	619	616,91	6,97	623,87
2020	Marzo	624	622,41	6,82	629,23
2020	Abril	630	627,66	6,66	634,32
2020	Mayo	635	633,03	6,53	639,56
2020	Junio	640	638,19	6,40	644,59
2020	Julio	645	643,21	6,26	649,47

2020	Agosto	650	648,13	6,12	654,25
2020	Septiembre	655	652,98	6,00	658,97
2020	Octubre	659	657,78	5,88	663,66
2020	Noviembre	664	662,26	5,74	668,00
2020	Diciembre	669	666,80	5,62	672,42
2021	Enero	673	671,39	5,52	676,91
2021	Febrero	677	675,74	5,40	681,13
2021	Marzo	682	679,89	5,27	685,17
2021	Abril	686	684,22	5,18	689,40
2021	Mayo	690	688,38	5,08	693,45
2021	Junio	694	692,42	4,97	697,39
2021	Julio	698	696,37	4,87	701,25
2021	Agosto	702	700,27	4,77	705,05
2021	Septiembre	706	704,13	4,68	708,82
2021	Octubre	709	707,97	4,60	712,57
2021	Noviembre	713	711,50	4,49	715,99
2021	Diciembre	716	715,09	4,40	719,49
2022	Enero	720	718,45	4,30	722,74
2022	Febrero	723	721,92	4,21	726,13
2022	Marzo	727	725,19	4,12	729,32
2022	Abril	730	728,62	4,05	732,67
2022	Mayo	733	731,87	3,97	735,84
2022	Junio	736	734,99	3,89	738,87
2022	Julio	739	738,01	3,80	741,81
2022	Agosto	742	740,97	3,72	744,68
2022	Septiembre	745	743,88	3,63	747,51
2022	Octubre	748	746,76	3,56	750,32
2022	Noviembre	751	749,62	3,49	753,11
2022	Diciembre	754	752,48	3,43	755,91
2023	Enero	756	755,33	3,37	758,70
2023	Febrero	759	757,89	3,29	761,18
2023	Marzo	762	760,53	3,22	763,75
2023	Abril	764	763,22	3,17	766,39
2023	Mayo	767	765,68	3,10	768,77
2023	Junio	769	768,24	3,05	771,29
2023	Julio	772	770,60	2,98	773,58
2023	Agosto	774	773,10	2,93	776,03
2023	Septiembre	777	775,42	2,87	778,29
2023	Octubre	779	777,90	2,83	780,73
2023	Noviembre	781	780,21	2,78	782,99
2023	Diciembre	783	782,39	2,72	785,11
2024	Enero	786	784,48	2,65	787,13
2024	Febrero	788	786,79	2,62	789,41
2024	Marzo	790	788,99	2,58	791,57
2024	Abril	792	791,10	2,53	793,63
2024	Mayo	794	793,14	2,48	795,62
2024	Junio	796	795,14	2,43	797,57
2024	Julio	798	797,10	2,39	799,48

2024	Agosto	800	799,04	2,34	801,38
2024	Septiembre	802	800,97	2,30	803,27
2024	Octubre	804	802,89	2,26	805,15
2024	Noviembre	806	804,80	2,23	807,03
2024	Diciembre	808	806,72	2,20	808,92

Se obtiene el resultado del pronóstico de los años 2020 a 2024, en unidades y tomando como base el peso promedio de una manga plástica se multiplica a este por 51,5 kg.

Año	Demanda en unidades	Variación	Demanda en kg
2018	5466		281499
2019	6865	26%	353548
2020	7703	12,2%	396705
2021	8346	8,3%	429819
2022	8848	6,0%	455672
2023	9243	4,5%	476015
2024	9564	3,5%	492546

Para la validación del método es necesario determinar el valor error porcentual (MAPE). El método es válido ya que un error menor a 20% tiene mayores posibilidades de acertar a la demanda futura.

Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	460	460	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	395	460	-65,00	65,00	4225,00	16,46%
3	370	439	-68,55	68,55	4699,10	18,53%
4	380	414	-33,98	33,98	1154,54	8,94%
5	390	399	-8,76	8,76	76,72	2,25%
6	363	391	-27,84	27,84	775,22	7,67%
7	380	376	3,63	3,63	13,21	0,96%
8	493	371	121,56	121,56	14776,51	24,66%
9	490	406	84,46	84,46	7133,36	17,24%
10	568	431	136,96	136,96	18756,89	24,11%
11	582	476	105,59	105,59	11150,25	18,14%
12	595	516	79,47	79,47	6316,14	13,36%
13	516	549	-33,19	33,19	1101,87	6,43%
14	550	548	1,93	1,93	3,74	0,35%
15	549	558	-8,54	8,54	72,85	1,55%
16	558	564	-5,61	5,61	31,44	1,00%
17	564	570	-6,39	6,39	40,82	1,13%
18	571	577	-5,75	5,75	33,01	1,01%
19	577	583	-6,12	6,12	37,48	1,06%
20	584	589	-5,20	5,20	27,06	0,89%
21	590	595	-5,40	5,40	29,18	0,92%
22	596	601	-5,38	5,38	28,94	0,90%
23	602	607	-5,20	5,20	27,07	0,86%

24	608	613	-4,92	4,92	24,24	0,81%
25	613	619	-5,58	5,58	31,13	0,91%
26	619	624	-4,87	4,87	23,73	0,79%
27	624	629	-5,23	5,23	27,35	0,84%
28	630	634	-4,32	4,32	18,70	0,69%
29	635	640	-4,56	4,56	20,79	0,72%
30	640	645	-4,59	4,59	21,05	0,72%
31	645	649	-4,47	4,47	19,99	0,69%
32	650	654	-4,25	4,25	18,10	0,65%
33	655	659	-3,97	3,97	15,80	0,61%
34	659	664	-4,66	4,66	21,72	0,71%
35	664	668	-4,00	4,00	16,00	0,60%
36	669	672	-3,42	3,42	11,68	0,51%
37	673	677	-3,91	3,91	15,27	0,58%
38	677	681	-4,13	4,13	17,09	0,61%
39	682	685	-3,17	3,17	10,03	0,46%
40	686	689	-3,40	3,40	11,54	0,50%
41	690	693	-3,45	3,45	11,94	0,50%
42	694	697	-3,39	3,39	11,51	0,49%
43	698	701	-3,25	3,25	10,54	0,47%
44	702	705	-3,05	3,05	9,28	0,43%
45	706	709	-2,82	2,82	7,93	0,40%
46	709	713	-3,57	3,57	12,74	0,50%
47	713	716	-2,99	2,99	8,94	0,42%
48	716	719	-3,49	3,49	12,21	0,49%
49	720	723	-2,74	2,74	7,53	0,38%
50	723	726	-3,13	3,13	9,83	0,43%
51	727	729	-2,32	2,32	5,36	0,32%
52	730	733	-2,67	2,67	7,14	0,37%
53	733	736	-2,84	2,84	8,07	0,39%
54	736	739	-2,87	2,87	8,26	0,39%
55	739	742	-2,81	2,81	7,91	0,38%
56	742	745	-2,68	2,68	7,20	0,36%
57	745	748	-2,51	2,51	6,32	0,34%
58	748	750	-2,32	2,32	5,37	0,31%
59	751	753	-2,11	2,11	4,46	0,28%
60	754	756	-1,91	1,91	3,63	0,25%
61	756	759	-2,70	2,70	7,30	0,36%
62	759	761	-2,18	2,18	4,75	0,29%
63	762	764	-1,75	1,75	3,06	0,23%
64	764	766	-2,39	2,39	5,73	0,31%
65	767	769	-1,77	1,77	3,15	0,23%
66	769	771	-2,29	2,29	5,23	0,30%
67	772	774	-1,58	1,58	2,49	0,20%
68	774	776	-2,03	2,03	4,14	0,26%
69	777	778	-1,29	1,29	1,67	0,17%
70	779	781	-1,73	1,73	3,01	0,22%
71	781	783	-1,99	1,99	3,96	0,25%
72	783	785	-2,11	2,11	4,46	0,27%
73	786	787	-1,13	1,13	1,28	0,14%

74	788	789	-1,41	1,41	2,00	0,18%
75	790	792	-1,57	1,57	2,46	0,20%
76	792	794	-1,63	1,63	2,65	0,21%
77	794	796	-1,62	1,62	2,63	0,20%
78	796	798	-1,57	1,57	2,46	0,20%
79	798	799	-1,48	1,48	2,20	0,19%
80	800	801	-1,38	1,38	1,91	0,17%
81	802	803	-1,27	1,27	1,61	0,16%
82	804	805	-1,15	1,15	1,32	0,14%
83	806	807	-1,03	1,03	1,07	0,13%
84	808	809	-0,92	0,92	0,85	0,11%
	<b>Suma de errores</b>		72,31	994,91	71072,14	192,84%

A continuación, se muestra el cuadro resumen de la validación del MAPE.

<b>CFE</b>	72,31
<b>MAD</b>	11,84
<b>MSE</b>	846,10
<b>MAPE</b>	2,30%
<b>Señal de rastreo</b>	6,11