

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA DISMINUCIÓN DE
PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN LA EMPRESA PROCODE SAC**

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

AUTOR

EDGAR ALEXANDER VILLARREAL DOMINGUEZ

ASESOR

JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN
DE SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA DISMINUCIÓN DE
PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN LA EMPRESA PROCODE SAC**

**PRESENTADA POR
EDGAR ALEXANDER VILLARREAL DOMINGUEZ**

A la facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Cesar Ulises Cama Pelaéz
PRESIDENTE

Sonia Mirtha Zegarra Salazar
SECRETARIO

Joselito Sánchez Pérez
VOCAL

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mis padres Carlos y Katty, así también a mi mamá Lili y mi abuela Genoveva, por su apoyo incondicional durante toda la carrera, por el hecho que me dieron la oportunidad de estudiar y estar ahí para cualquier momento de quiebre, en donde me supieron motivar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que estuvieron ahí apoyándome en esta grandiosa carrera, en primer lugar, a Dios por darme ese panorama de encontrar la solución en cada decisión que tomaba.

Así mismo a mi asesor Mgtr. Joselito Sánchez Pérez y a la Mgtr. Vanessa Lizet Castro Delgado, por su apoyo constante, tiempo, motivación y comprensión en la realización de la investigación.

RESUMEN

La presente investigación se basó en el estudio del proceso de producción de sacos de polipropileno en la empresa PROCODE S.A.C con objetivo de identificar las principales causas que generan las pérdidas económicas en el proceso para posteriormente proponer y evaluar un plan de mejora.

Mediante el análisis descriptivo que se realizó, se determinó que las mermas que se generan en el proceso de producción de sacos de polipropileno se encuentran por encima del límite máximo de la empresa siendo el 2%, de igual manera se identificaron las fallas y averías que originan las paradas con un tiempo de 95,58 h dejándose de producir así 10,24 t.

Una vez ya definidos los problemas, se realizó una propuesta de mejora en el proceso de producción a través de un plan de mantenimiento preventivo en la etapa de extrusión, la adquisición de equipos de medición, la validación en la nueva composición de la mezcla de cinta extruida y la implementación de la Variable Tex para la reducción de las pérdidas económicas.

Los resultados obtenidos fueron la disminución de las mermas por debajo del 2%, así mismo la reducción del costo de materiales directos por el cambio en la composición de la mezcla en un S/ 40 383,80, un aumento de la producción de cinta extruida en 9% y la disminución de las pérdidas económicas en un 4%.

PALABRAS CLAVE: *variabilidad del denier, pérdidas económicas, mermas, mantenimiento preventivo*

ABSTRACT

The present investigation was based on the study of the production process of polypropylene bags in the company PROCODE S.A.C with the objective of identifying the main causes that cause the economic losses in the process to later propose and evaluate an improvement plan.

Through the descriptive analysis that was carried out, it was determined that the losses that were made in the production process of polypropylene bags are above the maximum limit of the company, being 2%, in the same way the failures and breakdowns that unscheduled shutdowns originate with a time of 95.58 h and thus stop producing 10.24 t.

Once the problems were determined, a preventive maintenance plan was proposed, as well as the technical evaluation for the acquisition of measurement equipment, in the same way it is proposed to change the composition of the material mixture and the implementation of the Tex variable to decrease the variability of the tape denier.

The results lost were the decrease in losses below 2%, as well as the reduction in the cost of direct materials due to the change in the composition of the mixture by S / 40 383.80, the increase in production by a 9% and the decrease in economic losses by 4%.

KEYWORDS: Denier variability, economic losses, losses, training, Preventive Maintenance

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Base Teórica	17
2.2.1. Productividad	17
2.2.2. Diagrama de flujo de proceso	17
2.2.3. Eficiencia Física	18
2.2.4. Costos Industriales	18
2.2.5. Mermas	19
2.2.6. Control estadístico de procesos (CEP)	19
2.2.7. Capacidad de procesos	20
2.2.8. Capacidad de producción	22
2.2.9. Mantenimiento Centrado en la fiabilidad (RCM)	22
III. RESULTADOS	25
3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	25
3.1.1. LA EMPRESA	25
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	26
3.2.1. Productos	26
3.2.2. Materiales e insumos	32
3.2.3. Insumos	35
3.2.4. Proceso de producción	49
3.2.5. Sistema de Producción	59
3.2.6. Análisis para el proceso de producción	60
3.2.7. Indicadores Actuales de producción y productividad	69
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION Y SUS CAUSAS	78
3.3.1. Análisis y evaluación de la información del proceso	79
3.3.2. Problemas y causas en el proceso de producción	80
3.3.3. Instrumento de orientación de Enfoque de investigación	81
3.3.4. Identificación de problemas dentro del proceso productivo	82
3.4. PRIORIZACIÓN DE FACTORES – MEJORAS	86
3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	88
3.5.1. Propuesta de Mejora I: Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en la extrusora	88

3.5.2.	Propuesta de mejora II: Selección de instrumentos de control	99
3.5.3.	Propuesta de mejora III: Incorporar y Validar el empleo de la nueva composición de la mezcla	101
3.5.4.	Propuesta de Mejora IV: Implementación de la variable Tex.....	104
3.5.5.	Nuevos indicadores de producción y productividad	107
3.5.6.	Comparación de indicadores actuales y propuestos	112
3.6.	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	113
3.6.1.	Inversiones	113
3.6.2.	Pronóstico de ventas.....	113
3.6.3.	Costos.....	114
3.6.4.	Evaluación Económica y financiera.....	115
3.6.5.	Beneficio / costo	116
3.6.6.	Planes de acción para implementar la mejora.....	117
IV.	CONCLUSIONES	118
V.	RECOMENDACIONES	119
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	120
VII.	ANEXOS	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representación de la estabilidad y capacidad de un proceso.	21
Figura 2: Flujograma de implementación del RCM.....	24
Figura 3: Ubicación de la empresa	25
Figura 4: Diagrama de Pareto.....	26
Figura 5: Resultado de pregunta 2.....	37
Figura 6: Resultado de pregunta 3.....	37
Figura 7: Composición para la mezcla de materiales.....	50
Figura 8: Máquina mezcladora de materiales	50
Figura 9: Madejera	52
Figura 10: Máquina extrusora china.....	53
Figura 11: Embobinadoras de la extrusora.....	53
Figura 12: Tejido de la urdimbre y la trama.....	56
Figura 13: Impresora de sacos.....	57
Figura 14: Almacén de rollo a imprimir.....	57
Figura 15: Selección de sacos	58
Figura 16: Área de basteado.....	58
Figura 17: Fardos almacenados.....	59
Figura 18: Diagrama de bloques del proceso de producción de sacos de pp.	60
Figura 19: Diagrama de flujo del proceso de producción de sacos.....	61
Figura 20: Diagrama operaciones del proceso de producción de saco blanco tejido.....	63
Figura 21: Diagrama operaciones del proceso de producción de saco negro tejido	65
Figura 22: Diagrama de análisis del proceso de producción de sacos de pp	66
Figura 23: Diagrama de recorrido H-M	68
Figura 24: Diagrama de Ishikawa	79
Figura 25: Demanda Proyectada- Regresión Lineal	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Categorías de movimientos de producto	18
Tabla 2: Datos generales de la empresa	25
Tabla 3: Ficha técnica del saco blanco tejido	27
Tabla 4: Ficha técnica del saco negro tejido (Pesquero)	28
Tabla 5: Ficha técnica del saco negro tejido (Cosechero).....	29
Tabla 6: Características del saco laminado	29
Tabla 7: Características de otros productos.....	30
Tabla 8: Composición de la mezcla de materiales	31
Tabla 9: Propiedades del BRASKEM.....	32
Tabla 10: Propiedades del Petroquim.....	33
Tabla 11: Propiedades del Masterbatch blanco.....	34
Tabla 12: Propiedades del Masterbatch negro	34
Tabla 13: Áreas y personal asignado en las etapas del proceso de producción Turno A.....	36
Tabla 14: Áreas y personal asignado en las etapas del proceso de producción Turno B.....	37
Tabla 15: Descripción del personal por cada área de la empresa.....	38
Tabla 16: Maquinaria utilizada en el proceso de producción.....	39
Tabla 17: Análisis de Criticidad.....	40
Tabla 18: Ficha técnica - Extrusora.....	41
Tabla 19: Ficha técnica de la tejedora – modelo Lohia Nova 6.....	42
Tabla 20: Ficha técnica del telar chino – Sincerity y Ata	43
Tabla 21: Ficha técnica del telar – Jumbo Sincerity	43
Tabla 22: Ficha técnica de la laminadora – Hao you	44
Tabla 23: Ficha técnica de la impresora– Sincerity	44
Tabla 24: Ficha técnica de la convertidora - Botheven.....	45
Tabla 25: Ficha técnica de la bastilladora de sacos.....	46
Tabla 26: Ficha técnica de la prensa	46
Tabla 27: Paradas en el proceso de producción debido al mantenimiento correctivo de la extrusora – 2018.....	47
Tabla 28: Causas para cada parada identificada de la extrusora	48
Tabla 29: Indicadores de mantenimiento	49
Tabla 30. Bobinas Muestreadas – Abril y mayo	54
Tabla 31. Bobinas Muestreadas – junio a julio	55
Tabla 32: Cuadro resumen del diagrama de operaciones – saco blanco tejido.....	62
Tabla 33: Cuadro resumen del diagrama de operaciones - saco negro tejido	64
Tabla 34: Cuadro resumen del diagrama de análisis de procesos	67
Tabla 35: Producción mensual de cinta extruida - 2018	69
Tabla 36: Producción de cinta extruida por hora y mes - 2018.....	69
Tabla 37: Producción de metros - 2018	70
Tabla 38:Produccion de metros por turno	70
Tabla 39:Productividad laboral por máquina	71
Tabla 40:Capacidad diseñada de la planta	71
Tabla 41. Capacidad efectiva	72
Tabla 42: Capacidad real de la planta	72
Tabla 43. Eficiencia física de la MP	73
Tabla 44. Pérdida económica - extrusión	75
Tabla 45. Pérdida económica de sacos terminados	75
Tabla 46. Costos según la composición de la mezcla	76

Tabla 47: Tiempo promedio de producción	77
Tabla 48. Indicadores antes de la propuesta.....	78
Tabla 49: Identificación de problemas, causas y posibles soluciones.....	80
Tabla 50. Matriz de Consistencia.....	81
Tabla 51: Límite permitido por la empresa – año 2018	82
Tabla 52: Límites de tolerancia y proceso - 2018	83
Tabla 53: Límites de tolerancia y proceso de julio, agosto y septiembre 2018	84
Tabla 54. Límites de tolerancia y proceso de octubre, noviembre y diciembre 2018.....	84
Tabla 55: Desviación estándar y Cp de los meses estudiados.....	85
Tabla 56. Matriz de ponderación de las causas identificadas	86
Tabla 57. Matriz de enfrentamiento	87
Tabla 58. Partes de la extrusora	89
Tabla 59. Fallas funcionales de los componentes de extrusión.....	91
Tabla 60. Modos de falla para A	91
Tabla 61. Modos de falla para B	92
Tabla 62. Modos de falla para C	92
Tabla 63. Modos de falla para E	92
Tabla 64. Modos de falla para F.....	93
Tabla 65. Modos de falla para G.....	93
Tabla 66. Modos de falla para H.....	93
Tabla 67. Modos de falla para I.....	93
Tabla 68. Hoja de información de la etapa de extrusión	95
Tabla 69. Hoja de decisión de la etapa de extrusión	96
Tabla 70. Plan de mantenimiento preventivo.....	98
Tabla 71. Ficha técnica e importancia - Tacómetro	99
Tabla 72. Ficha técnica e importancia - Vernier	100
Tabla 73. Ficha técnica e importancia - Micrómetro	100
Tabla 74. Ficha técnica e importancia - Balanza Analítica.....	101
Tabla 75. Nueva composición en la mezcla de materiales.....	102
Tabla 76. Resultados de la nueva composición.....	103
Tabla 77. Resultados de la velocidad de Lohia.....	104
Tabla 78. Diagrama de Gantt para el plan de capacitación	105
Tabla 79. Producción de cinta	107
Tabla 80. Producción de telares	107
Tabla 81. Producción de telares chinos	108
Tabla 82. Productividad de mano de obra en telares.....	108
Tabla 83. Capacidad real	109
Tabla 84. Nueva eficiencia física 2019	109
Tabla 85. Nueva eficiencia física 2019	111
Tabla 86. Comparación de indicadores	112
Tabla 87. Inversión Fija Tangible	113
Tabla 88. Inversión Total	113
Tabla 89. Ventas históricas 2014 - 2018	114
Tabla 90. Ventas proyectadas de 2019 – 2023	114
Tabla 91. Ventas proyectadas de 2019 – 2023	115
Tabla 92. Flujo de caja	115

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario realizada para la encuesta.....	122
Anexo 2: Resultado de las preguntas de la encuesta.....	123
Anexo 3: Análisis ABC.....	124
Anexo 4: Ingreso de los productos en el periodo de junio – diciembre del 2018	126
Anexo 5: Bobinas muestreadas de agosto y septiembre	127
Anexo 6: Bobinas muestreadas de octubre y noviembre	128
Anexo 7: Bobinas muestreadas de diciembre	129
Anexo 8: Estudio de tiempos para la fabricación del saco blanco tejido.....	130
Anexo 9: Estudio de tiempos para la fabricación del saco negro tejido	131
Anexo 10: Grafico de la media y rango del mes de marzo y abril.....	132
Anexo 11: Grafico de la media y rango del mes de mayo y junio	133
Anexo 12: Grafico de la media y rango del mes de julio	134
Anexo 13: Grafico de la media y rango del mes de agosto.....	135
Anexo 14: Grafico de la media y rango del mes de septiembre.....	136
Anexo 15: Grafico de la media y rango del mes de octubre	137
Anexo 16: Grafico de la media y rango del mes de noviembre	138
Anexo 17: Grafico de la media y rango del mes de diciembre	139
Anexo 18: Evaluación de tacómetros.....	140
Anexo 19: Evaluación de Vernier	142
Anexo 20: Evaluación de micrómetro.....	144
Anexo 21: Evaluación de balanza analítica.....	146

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria del plástico ha tenido un crecimiento regular de manera equilibrada en los últimos años, siendo impulsada por el tiempo y por el consumo de países emergentes que han optado por productos más técnicos en los países desarrollados, pese a las diferentes protestas presentadas por los ecologistas y de las normativas.

Según la Federación Europea Plastics Europe, la producción mundial de plásticos ha ido en aumento en los últimos diez años, presentando cifras de 245 millones de toneladas en el 2006 de manera que en el 2017 las cifras aumentaron a 348 millones de toneladas. Sin embargo, el país con mayor producción de plástico es China con alrededor de un cuarto de la producción global [1].

En el Perú, la producción de plásticos ha tenido un importante desarrollo debido a la variedad de aplicaciones que se les atribuyen a este producto industrial y en los diferentes sectores de la economía. La industria de plástico en nuestro país transforma en productos finales los insumos plásticos elaborados por la industria petroquímica extranjera [2].

En el departamento de Lambayeque, la producción de sacos de polipropileno incrementa constantemente debido al desarrollo de la agricultura, pesquería. Esta industria fabrica los sacos tomando en cuenta las especificaciones requeridas por cada cliente tales como el color, peso, las dimensiones, impresiones, el transporte de la mercadería, entre otros.

La empresa PROCODE SAC se dedica a la fabricación y comercialización de sacos de polipropileno y está ubicada en predio Santo Tomas (carretera panamericana norte km 776) en el distrito de José Leonardo Ortiz. Esta empresa en los últimos años viene presentando pérdidas económicas en su proceso de producción, debido a diferentes causas que no se tienen control las cuales son: las mermas generadas en el proceso de producción se encuentran por encima del límite máximo permitido, inexistencia de un programa de mantenimiento preventivo de la extrusora, variabilidad del denier, la falta de capacitación al recurso humano.

Frente a lo descrito anteriormente, surge la pregunta ¿Cómo mejorar el proceso de producción de sacos de polipropileno para disminuir las pérdidas económicas?

Para resolver esta interrogante se planteó como objetivo general elaborar una propuesta de mejora en el proceso de producción de sacos de polipropileno para disminuir las pérdidas económicas en la empresa PROCODE S.A.C. y como objetivos específicos elaborar un diagnóstico en las operaciones del proceso de producción de sacos de polipropileno, realizar la propuesta de mejora y finalmente realizar el costo beneficio de la propuesta.

La justificación de esta investigación se basa en disminuir las pérdidas económicas que se está dando actualmente en la empresa PROCODE S.A.C basándose en la generación de mermas, paradas inesperadas, tiempo improductivo debido a un mantenimiento correctivo, variabilidad del denier de las cintas, falta de capacitación al recurso humana. Cabe recalcar que la generación de mermas en el proceso de producción del 2018 está entre 2 – 4 %, lo cual supera al límite máximo permitido por la empresa que es un 2%, de igual manera las paradas en la máquina extrusora siendo un total de 95,58 h durante 8 meses y la alta variabilidad de peso del denier.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según Reina [3] en su investigación “Optimización del desempeño funcional de los sacos de polipropileno mediante el diseño experimental de Taguchi”, tiene como objetivo mejorar las características críticas del proceso de acuerdo a las condiciones reales de operación, a estas condiciones se efectuó interacciones entre las características del proceso. Para ello el autor aplicó la metodología Six Sigma, teniendo en cuenta las 5 fases existentes, del cual solo realizó la estrategia de experimentación hasta la aplicación de diseños de experimentos de Taguchi mediante el software minitab 16. Los resultados que se obtuvieron fueron que las características que impactan en la fabricación de sacos de polipropileno son la temperatura del horno (150°C valor óptimo hallado del proceso), el porcentaje de carbonato (cantidad óptima hallado del proceso 18%) y la relación de velocidades de los cilindros de la extrusora (51.1 velocidad óptima determinada en el proceso), así mismo se identificó que las características de los sacos de polipropileno en la industria requerida son por la tenacidad (4,3g/denier valor óptimo hallado en la característica de los sacos) , el porcentaje de elongación (26,5% valor óptimo en las características de los sacos) del hilo y el título del hilo (750 denier).

Según Reina [4] en su investigación “Estudio experimental de la variación de la resistencia a la tracción de hilo de polipropileno de los sacos utilizados para el envasado de arroz”, tiene como objetivo minimizar la variación de la resistencia a la tracción de hilo de polipropileno extruido, así mismo encontrar las condiciones de fabricación con respecto al porcentaje de carbonato de calcio utilizado en la mezcla con el polipropileno y la temperatura del horno adecuada. Por lo que el autor utilizó la metodología del diseño factorial con superficies de respuesta en el software minitab 16. Los resultados obtenidos fueron que existe una alta variación de la resistencia a la tracción de los hilos según los ensayos por la máquina Tecnotest, así mismo los datos arrojados por el software indica que los niveles de porcentaje ideales se encuentran en un rango de [13 – 17] %, temperatura del horno entre [150 - 157]°C y con un valor máximo antes de la rotura del material de 4 600 kgf/cm². A nivel de planta el autor hace mención que la máxima resistencia a la tracción antes de la rotura es de 4 600 kgf/cm² con una composición de carbonato al 14,9978% y temperatura del horno a 150 °C.

Según V. Juárez et al. [5] en su investigación “Control estadístico de calidad en la fabricación de sacos de polipropileno”, tiene como objetivo identificar la variabilidad del producto, para mejorar su calidad. Para el desarrollo de la investigación los autores utilizaron la aplicación del control estadístico de calidad, a través de los tipos de gráficas de control de variables y gráfica de control por atributo para unidades defectuosas; a manera que se inspeccione el proceso de fabricación de sacos de polipropileno, detalladamente. Se concluyó que la aplicación de las gráficas de control facilita el análisis de todas las variables necesarias para evaluar la calidad de los sacos de polipropileno y determinar si tu proceso es capaz de producir productos de calidad.

M. Gasca, L. Camargo y B. Medina [6] en su investigación “Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial” tienen como objetivo brindar criterios para mejorar la toma de decisiones en el mantenimiento mediante una herramienta que evalúa la confiabilidad de equipos críticos en una industria transformadora de plástico. La metodología que utilizaron es el análisis del modo y efecto de la falla, considerando diferentes factores, tales como: Operación y producción, frecuencia y tiempo de reparación de las fallas para crear un registro confiable. Los resultados obtenidos fueron que la extrusora es el equipo más crítico de todo el proceso de producción porque presenta un tiempo de operación prolongado y sus costos de mantenimiento son altos, así mismo hacen mención que una parada de esta máquina, afecta el 100 % de la producción.

R. Hidalgo [7] en su investigación “Sistema de mantenimiento para la línea de extrusión de polietileno en HOLPLAST”, tiene como objetivo proponer un sistema mantenimiento para el equipamiento de la línea de extrusión de PEAD. Para ello el autor utilizó como técnica base el análisis de modo y efecto de fallas (AMFE) para conocer los fallos más significativos, causas que lo provocan y las consecuencias que lo ocasionarían a la seguridad, medioambiente o a la operación de la etapa. Los resultados obtenidos fueron que se rediseño el sistema de mantenimiento de la línea de producción aplicando el AMFE, clasificando las fallas utilizando el diagrama de decisión y asignar las políticas de mantenimiento a seguir, se identificó 83 causas de fallos existentes en los equipos de la línea 3 de producción lo cual permitió definir las tareas a realizar.

2.2. Base Teórica

2.2.1. Productividad

Según Rodríguez [8] la productividad es una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados. Se puede representar con la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Productos\ Obtenidos}{Insumos\ invertidos}$$

Los indicadores utilizados tradicionalmente para medir la productividad son:

$$Productividad\ de\ Mano\ de\ obra = \frac{Salida\ útil\ de\ materia\ prima}{Operarios}$$

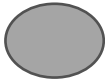




$$Productividad\ de\ Materiales = \frac{Salida\ útil\ de\ materia\ prima}{Materia\ prima\ que\ ingresa}$$

$$Productividad\ Económica = \frac{Salida\ útil\ de\ materia\ prima}{Capital}$$

2.2.2. Diagrama de flujo de proceso

Según Adam y Ebert [9] los diagramas de flujo de proceso describen las actividades entre estaciones de trabajo, en un intento por representar los flujos del proceso de producción total. Para captar este flujo los analistas clasifican cada movimiento del producto a través del proceso de conversión en una de las cinco categorías normales: operación, transporte, almacenamiento, inspección o demora. Estos diagramas ayudan a descubrir los movimientos de productos innecesarios o la duplicidad de esfuerzos, cuya eliminación permitirá mejorar la eficiencia. En la tabla 1 se muestra las cinco categorías de movimientos de producto.

Tabla 1: Categorías de movimientos de producto

Categorías	Símbolo	Descripción
Operación		El trabajo realizado en la elaboración del producto, asignado por lo común a una sola estación de trabajo.
Transporte		Cualquier movimiento del producto, o cualquier de sus partes, entre distintos sitios en el proceso de producción.
Almacenamiento		Intervalos durante los cuales el producto, o cualquier de sus partes, espera o esta inmóvil.
Inspección		Todas las actividades que se realiza para verificar que el producto satisface los requerimientos mecánicos, dimensionales y de funcionamiento.
Demora		Almacenamiento temporal antes o después de una operación de producción

Fuente: Adam y Ebert [9]

2.2.3. Eficiencia Física

Según López [10] la eficiencia física mide la eficiencia de los recursos, tangibles e intangibles; es un cociente que da una proporcionalidad de la utilización sobre la disponibilidad o asignación, de cualquier recurso en general. La proporcionalidad en la eficiencia física, siempre será menor o igual a uno; la unidad es el límite de su optimización; ya que lo utilizado nunca puede ser mayor a lo que está disponible.

$$Eficiencia\ Física = \frac{Utilizacion\ de\ los\ recursos}{Asignacion\ de\ los\ recursos} \leq 1$$

2.2.4. Costos Industriales

El costo es convencionalmente utilizado como la base de la contabilidad. Así el costo de un activo es el precio que debe pagarse ahora o más tarde para obtener dicho activo. Los gastos o gastos de fabricación son todos los costos de producción diferentes de los materiales directos y de la mano de obra directa relacionados con la fabricación de un producto difíciles de costear por una unidad [11].

La contabilidad de costos es un híbrido entre la contabilidad financiera y administrativa que mide costos y gastos de producir y vender un bien o servicio. Cuando se utiliza para medir el costo del producto y costo de ventas con base en los principios de contabilidad, se emplea con fines de informes financieros, pero cuando se utiliza para proporcionar información para planeación, toma de decisiones y control se emplea con fines administrativos. [11].

2.2.5. Mermas

Según Laporta [12] no todos los consumos que se vuelcan al proceso productivo tienen que necesariamente transformarse en productos terminados. Este fenómeno de merma que resulta imposible evitar, es inherente al proceso productivo y/o naturaleza de los insumos que se utilizan. El ejemplo más común lo constituye el material que se evapora, que se reduce o que represente residuos inaprovechables de escaso valor. En ciertas circunstancias, la eliminación del residuo trae consigo importantes gastos, como es el caso de los residuos químicos. La merma debe, pues, formar parte del costo del producto terminado.

2.2.6. Control estadístico de procesos (CEP)

EL CEP es una herramienta de mejora continua de la calidad de los productos, puesto que hoy en día se mide la calidad de un producto como un valor que es inversamente proporcional a la variabilidad que presentan sus características de calidad de un cliente. En general el CEP ayuda a la identificación de causas asignables para tomar acciones en función de su naturaleza [13].

- **Gráficos de Control:** un gráfico de control es un gráfico en el que representa el comportamiento de un proceso anotando sus datos ordenados en el tiempo. El objetivo principal de estos gráficos de control es identificar lo antes posible cambios en el proceso que puedan dar lugar a la producción de unidades defectuosas, y ello se consigue minimizando el tiempo que transcurre desde que se produce un desajuste hasta que se detecta [13].

Se denominan así los gráficos de control para características continuas del producto o proceso tales como: contenido en cm^3 , peso de un saco, viscosidad de una resina, intensidad de una tinta, temperatura de un horno.

➤ Gráficos X – R

El CEP utilizando gráficos X –R se lleva acabo tomando muestras de n individuos, calculando la media y el recorrido muestral y llevando estos valores a los gráficos correspondientes. Las muestras han de ser obtenidas de la tal forma que contengan individuos homogéneos, es decir, producidos bajo las mismas condiciones.

Gráfico X:

Límite Superior: $\bar{x} + A_2R$; **Límite central:** \bar{x} ; **Límite inferior:** $\bar{x} - A_2R$

Gráfico R:

Límite Superior: D_4R ; **Límite central:** R ; **Límite inferior:** D_3R

- **La variable Tex:** Una experiencia referente se desarrollo en la investigación de Mosquera, Narváez y Cabrera [14] al aplicar las cartas de control o gráficos de control para el análisis de calidad en manufactura de sacos de polipropileno. La prueba de la variable Tex consiste en determinar la cantidad de material utilizado en la formación de la cinta cumpliendo con las especificaciones del producto terminado, la medición de esta variable consiste en pesar 100 m de la cinta producida por la extrusora, en donde se escoge 24 bobinas aleatoriamente en cada turno. Esta muestra es llevada al laboratorio de calidad y se trata hasta quedar en forma reducida y compacta para ser pesada, este peso se registra junto con el número de la bobinadora.

Los resultados que se obtuvieron fueron que la mano de obra, la materia prima y el estado de la máquina influye directamente en la calidad de la cinta, así mismo los equipos de medición (tacómetro, micrómetro, Vernier, etc)

2.2.7. Capacidad de procesos

La capacidad cuantifica la relación entre la incertidumbre del proceso y la tolerancia admitida en diseño (L_s , L_i). Para evaluar la capacidad se emplean dos parámetros, que reflejan la estrechez de la distribución y su margen o reserva

respecto a los límites de tolerancia. Un proceso es capaz o dominado si los límites de su distribución (D , D_2), se hallan dentro de los límites de tolerancia del producto (L_s , L_i) [13].

El término de estabilidad es fácil de explicar, reflejando la distribución en diversos planos temporales. En cambio, la capacidad presenta más matices. Un proceso estable puede ser incapaz, es decir salirse del campo de tolerancia, porque su función de distribución sea ancha (tiene poca estrechez) o porque esta desplazada (queda poco margen) hasta uno de los límites de dicho campo.

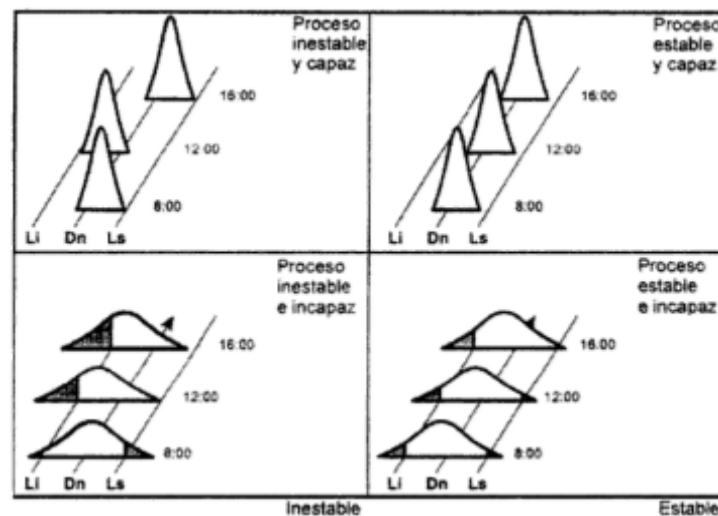


Figura 1: Representación de la estabilidad y capacidad de un proceso.

Fuente: Verdoy, Mahiques y Pellicer [13]

- **Índices de capacidad:** Los índices de capacidad comparan la capacidad de procesos con las especificaciones técnicas requeridas. La capacidad de proceso (6σ) es una medida de la dispersión natural de la variable que mide la calidad del producto o servicio, pero no dice si dicha calidad se ajusta o no a las especificaciones [13].

Los índices más utilizados para describir la capacidad de un proceso es el C_p y el C_{pk} .

- **C_p :** indica la estrechez relativa del proceso respecto a la tolerancia de diseño, igual al séxtuplo de la desviación típica, 6σ , dispuesta sistemáticamente alrededor del valor medio. El C_p pretende ver en conjunto, si un proceso está dentro de los límites, sin tener en cuenta el descentrado de las muestras de valor nominal.

Se utiliza con frecuencia el valor $CP = 4/3 = 1.33$ como límite inferior de calidad. Esto implica que:

$$Cp = \frac{LTS - LTI}{6\sigma} = \frac{4}{3} = LTS - LTI = 8\sigma$$

Por esta razón se dice que:

Si $Cp < 1 \Rightarrow$ El proceso no es capaz

Si $Cp > 1 \Rightarrow$ El proceso es capaz

Si $1 \leq Cp \leq 1,33 \Rightarrow$ El proceso es capaz pero requiere un seguimiento muy estricto.

2.2.8. Capacidad de producción

Según Krajewsky y Ritzman [15] la capacidad se expresa como mediciones de salida de unidades producidas o como mediciones de insumos. Las mediciones basadas en la salida de unidades producidas son la opción usual para proceso de flujo de línea, estas mediciones son las más adecuadas cuando se trata de empresas que proveen un número relativamente pequeño de productos y servicios estandarizados. Las mediciones basadas en los insumos son la opción habitual para proceso de flujo flexible. Existen 3 tipos de capacidad: Pico (Diseño), Efectiva y Real.

2.2.9. Mantenimiento Centrado en la fiabilidad (RCM)

Según F. González, define al mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) como un proceso de gestión para establecer cuáles son las operaciones que se deben hacer para que un sistema continúe desempeñando las funciones deseadas bajo su contexto operacional, siendo rentables para la empresa [16]. Sirve como guía para identificar los movimientos de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes.

Sin embargo, se habla de mantenimiento hacia la combinación de todas las actividades técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un componente, que está destinado a conservar un estado por el cual se pueda desarrollar una función requerida [17].

Así mismo para aplicar correctamente el método RCM, se identifican estrategias efectivas de mantenimiento, las cuales se muestran, en resumen: [17].

- Herramienta que permite ajustar las acciones de control de fallos (estrategias de mantenimiento) al entorno operacional.
- Metodología basada en un procedimiento sistemático que ayuda a generar planes óptimos de mantenimiento.
- Los resultados de la aplicación del RCM, generan mayor impacto en sistemas complejos con diversidad de modos de fallos.

Según la norma de Sociedad de Ingenieros de la industria automovilística, SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM, basándose en 7 preguntas básicas del proceso: [18].

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

Estas preguntas van teniendo una respuesta a medida que avanza el proceso de implantación del RCM ordenada y metódicamente.

- **Proceso de implantación del RCM:**

Mediante este proceso se realiza un registro completo de los equipos, una vez que es obtenido este registro para una correcta aplicación del RCM es necesario una planificación del paso a seguir. En la figura 2 se muestra el orden que se debe seguir para el proceso de implantación del RCM [18]:

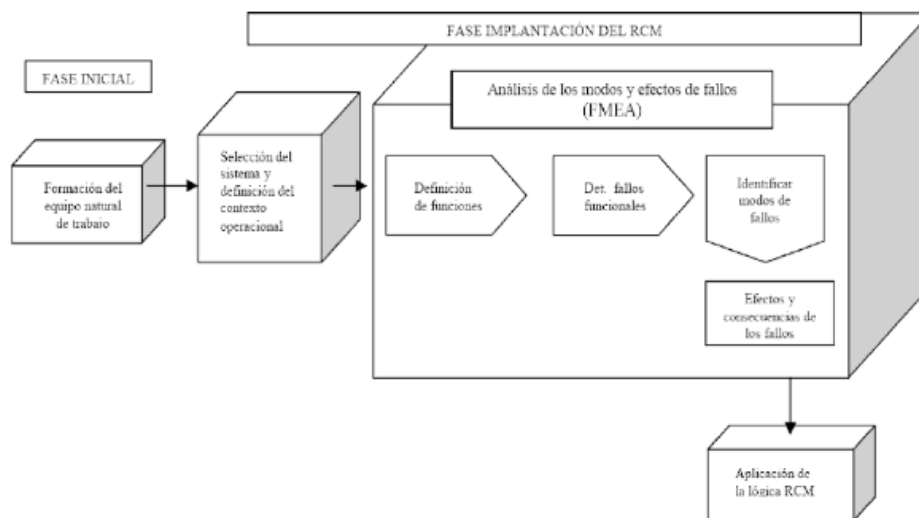


Figura 2: Flujograma de implementación del RCM

Se observa en el flujograma dos fases para el proceso:

- I. FASE INICIAL: Formación del equipo natural de trabajo
- II. FASE DE IMPLANTACIÓN: Selección del sistema y definición del contexto operacional.

- **Criterios para determinar la frecuencia en el mantenimiento**

Para determinar la frecuencia en la ejecución de las actividades de un plan de mantenimiento preventivo existen diferentes criterios, en el cual se puede elegir uno y también combinar, estos son [19]:

- **Criterio del fabricante:** consiste en realizar las actividades del plan de mantenimiento establecido en base a los datos del fabricante.
- **Criterio de la experiencia:** se basa en la situación actual en la cual se encuentra las máquinas, por lo que se recopila información de los expertos como los operarios involucrados en el manejo de las máquinas y el jefe de mantenimiento de la empresa.
- **Criterio Estadístico:** consiste en determinar la frecuencia mediante técnicas de análisis, ya sea cualitativa o cuantitativa por ejemplo: el tiempo promedio para reparar antes que ocurra una falla o avería.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. LA EMPRESA.

La empresa Procesadora y Comercializadora Delgado S.A.C inició sus actividades en el año 2008, tiene como función la fabricación y comercialización de sacos de polipropileno en el departamento de Lambayeque. Esta empresa se encuentra ubicada en predio Santo Tomas (carretera Panamericana Norte km 776) en el distrito de José Leonardo Ortiz.



Figura 3: Ubicación de la empresa

En la tabla 2 se detalla los datos generales de la empresa considerando razón social, ruc, nombre comercial, etc.

Tabla 2: Datos generales de la empresa

Descripción	Información
RUC	20600551290
Razón Social	Procesadora y Comercializadora Delgado
Tipo de Empresa	Sociedad Anónima Cerrada
Actividad Comercial	Fabricación de productos plásticos
CIUU	25200

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

3.2.1.1. Productos Principales

La empresa PROCODE S.A.C tiene como principales productos en el mercado los sacos tejidos, laminados, arpillera y carpa tejida que están hechos de materia prima virgen de polipropileno y son fabricados en función a los requerimientos de los clientes. Cabe mencionar que la presentación del producto cuando se comercializa es en fardos de 500 y 1000 sacos según el pedido del cliente. Estos fardos son cubiertos con tela de rollos de polipropileno y ajustados con zunchos, así mismo en cada fardo va pegado un sticker que sirve como identificación del producto describiendo: nombre de la empresa, producto, responsable, turno, cliente, fecha, cantidad de unidades y el peso.

Para identificar y clasificar los productos que generan mayor contribución en las ventas de la empresa, se realizó el Análisis ABC (ver Anexo 3) mediante el diagrama de Pareto como se muestra en la figura 4. Se obtuvo como resultado que los sacos tejidos blanco y negro proporciona el 80% de los ingresos para la empresa PROCODE S.A.C

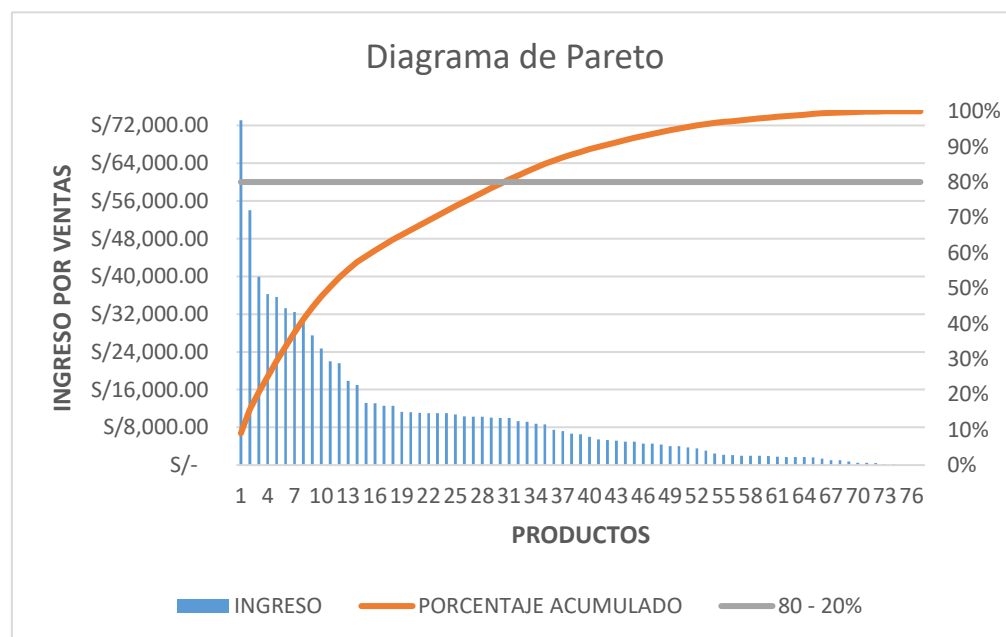


Figura 4: Diagrama de Pareto

Fuente: PROCODE S.A.C

Después de determinar la participación de los productos en las ventas de la empresa, se realizó las fichas técnicas para los sacos más vendidos. Cabe mencionar que para los otros productos solo se determinó las características de cada uno de ellos.

En la tabla 3 se observa la ficha técnica del saco blanco tejido, cabe recalcar que las dimensiones del saco producido tienen un margen de error de $\pm 1/4$ in y el peso ± 1 g. Este tipo de saco es utilizado como envase para empacar gran variedad de productos y es destacado por su alta resistencia y fácil de manipulación.

Tabla 3: Ficha técnica del saco blanco tejido

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE DEL PRODUCTO	Saco Tejido		
	MATERIAL	Polipropileno 100%, virgen, material de tipo reciclable		
CARACTERÍSTICAS	ORGANOLÉPTICAS	Descripción	Especificaciones	Tolerancia
		Color	Blanco	-
		Textura	Áspero	-
		Ancho	22,5 in	$\pm 1/4$ in
		Largo	36 in	$\pm 1/4$ in
		Espesor	3 mm	
		Peso	56 g	± 1 g
		Impresión	en función al cliente	-
	FÍSICAS	Boca del saco	Corte en caliente	-
		Tipo de costura	Plana	-
		Hilo de costura	Multifilamento o Fibrilizado	-
		Borde a la costura	1,5 in	-
	Basta	25 mm	± 1 mm	

Fuente: PROCODE S.A.C.

De igual manera en la tabla 4 se observa la ficha técnica del saco negro tejido. Este producto es utilizado en la industria de la pesca para el envasado de pescado, entre otros usos, y lo que le diferencia de los demás es que son más resistentes a los rayos UV.

Tabla 4: Ficha técnica del saco negro tejido (Pesquero)

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE DEL PRODUCTO	Saco Tejido		
	MATERIAL	Polipropileno 100%, virgen, material de tipo reciclable		
CARACTERÍSTICAS	ORGANOLÉPTICAS	Descripción	Especificaciones	Tolerancia
		Color	Negro	-
	Textura	Áspero	-	
	Ancho	26 in	+/-1/4 in	
	Largo	52 in	+/- 1/4 in	
	Espesor	3 mm		
	Peso	80 g	+1 g	
	Impresión	en función al cliente	-	
	FÍSICAS	Boca del saco	Corte en caliente	-
		Tipo de costura	Plana	-
		Hilo de costura	Multifilamento o Fibrilizado	-
		Borde a la costura	1,5 in	-
Basta		25 mm	+1 mm	

Fuente: PROCODE S.A.C.

Así mismo en la tabla 5, se detalla la ficha técnica del saco negro tejido (cosechero). Este saco es utilizado como envase en la agricultura para el transporte de legumbres y verduras, tiene una alta resistencia a los rayos UV.

Tabla 5: Ficha técnica del saco negro tejido (Cosechero)

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE DEL PRODUCTO	Saco Tejido		
	MATERIAL	Polipropileno 100%, virgen, material de tipo reciclable		
CARACTERÍSTICAS	ORGANOLÉPTICAS	Descripción	Especificaciones	Tolerancia
		Color	Negro	-
		Textura	Áspero	-
		Ancho	27 in	+1/4 in
		Largo	57 in	+1/4 in
		Espesor	3 mm	
		Peso	160 g	+1 g
		Impresión	en función al cliente	-
		FÍSICAS		
		Boca del saco	Corte en caliente	-
		Tipo de costura	Plana	-
	Hilo de costura	Multifilamento o Fibrilizado	-	
	Borde a la costura	1,5 in	-	
	Basta	25 mm	+1 mm	

Fuente: PROCODE S.A.C.

Para los demás productos se describió sus principales características con los cuales son producidos. En la tabla 6 se observa las características de los sacos laminados, cabe recalcar que la cantidad de lámina o recubrimiento se encuentra en el rango de 18 – 20 g/ m². Este tipo de producto es utilizado principalmente para el envaso de sal, arroz y azúcar.

Tabla 6: Características del saco laminado

Color	Tipo de lamina	Ancho (in)	Largo (in)	Espesor (mm)	Peso (g)	Basta (mm)	Borde de costura (in)
Blanco	Blanco	22,5	36	3	70	25	1,5
Negro	Transparente	27	43	3	100	25	1,5
Cristalino	Transparente	13	22	3	160	25	1,5

Fuente: PROCODE S.A.C.

3.2.1.2. Otros Productos:

En tabla 7 se muestra las características de otros productos, tales como: la arpillera y carpa tejida; cabe señalar que la producción de estos productos es de un solo color, siendo el color negro y son cocidos con hilo de tipo multifilamento. Estos productos son utilizados mayormente como mantas para el secado de arroz, café, entre otros usos.

Tabla 7: Características de otros productos

Producto	Textura	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (mm)	Peso (kg)	Tipo de costura	Borde de costura (cm)
Carpa tejido	áspero	6	8	3	0.1	Plana	4
Carpa tejido	áspero	10	10	3	0.1	Plana	4
Arpillera	áspero	3	170	3	70	Plana	4
Arpillera	áspero	6	200	3	120	Plana	4

Fuente: PROCODE S.A.C

- **Composición de la mezcla:** Para la producción de los principales productos y otros productos de la empresa se tiene que seguir la composición de la mezcla de los materiales considerando que tipo de saco se quiera producir, en la tabla 8 se muestra las proporciones de polipropileno, carbonato, masterbatch y aditivos para cada uno de estos.

Tabla 8: Composición de la mezcla de materiales

PARA 4 BOLSAS DE PP			
CINTA BLANCA			
MATERIALES	CÓDIGO	PORCENTAJE	KILOS
Polipropileno	Braskem	91,30%	100
Carbonato	Comai	7,30%	6
Masterbatch	Blanco LL	1,40%	1
Masterbatch	Blanco PP. RAF	1,40%	1.5
Ayuda de Proceso	---	---	0,025
Estabilizador UV		---	0,025
CINTA NEGRA			
Polipropileno	Braskem	91,32%	100
Carbonato	Comai	4,58%	4
Masterbatch	Negro LL	4,10%	3,2
Ayuda de Proceso	---	---	0,025
Estabilizador UV	---	---	0,025
CINTA DE COLORES			
Polipropileno	Braskem	93,02%	100
Carbonato	Comai	3,72%	3,2
	Azul Náutico		
	Verde Orgánico		
	Rojo Escarlata		
Masterbatch	Amarillo	3,26%	2,8
	Eléctrico		
	Amarillo cálido		
	Verde palta		
Ayuda de Proceso	---	---	0,025
Estabilizador UV	---	---	0,025

Fuente: PROCODE S.A.C.

3.2.1.3. Desperdicios y Desechos

- **Desperdicios:** Los desperdicios que se generan en el proceso de producción de la empresa son vendidos por kg a su cartera de clientes ya que esto le sirve como materia prima para elaborar otros productos. Los desperdicios son: sacos defectuosos y scrap (cinta).
- **Desechos:** Los desechos que se producen durante el proceso de producción es la purga proveniente de la extrusora cuando ponen en marcha dicha máquina y la malla que se usa como filtro en la boquilla de la matriz.

3.2.2. Materiales e insumos

3.2.2.1. Materiales directos

Los materiales directos utilizados en la elaboración de los sacos de polipropileno son tres: el polipropileno, el carbonato y aditivos que es el Masterbatch, los cuales se describen a continuación:

a) Polipropileno: Es un polímero termoplástico, homopolímero, que se obtiene por la polimerización del propileno en un 100% y que representa más del 90% en la mezcla para la producción de sacos de polipropileno. Es el plástico más ligero con una densidad de 0.905, debido a su alta cristalinidad le proporciona una elevada resistencia a la tracción, rigidez y dureza, así mismo posee importantes propiedades eléctricas y el carácter químico inerte.

Este material es utilizado ampliamente para la extrusión de lámina, envases soplados, tubería, fibra, multifilamentos, entre otros. De igual manera es uno de los más adecuados para el almacenamiento de alimentos y químicos debido a que es inerte por lo que ayuda a conservar las propiedades químicas y organolépticas del producto contenido.

Las marcas de polipropileno que la empresa más consume para su proceso de producción son: Braskem y Petroquim. Cabe señalar que el costo de este material es de \$ 1,89 por kg.

En la tabla 9 se muestra las propiedades del producto Braskem, considerando la unidad y el valor referencial para cada una de estas, de igual manera para el Petroquim como se observa en la tabla 10.

Tabla 9: Propiedades del BRASKEM

	Método ASTM	Unidad	Valor
Densidad	D 792	g/cm ³	0,905
Módulo de flexión, secante al 1%	D 790	Mpa	1400
Resistencia a la tracción en el punto de fluencia	D 638	Mpa	35
Elongación en el punto de fluencia	D 638	%	10
Dureza Rockwell (Escala R)	D 785	-	100
Resistencia al impacto Izod a 23 °C	D 256	J/m	20
Temperatura de deflexión térmica a 0,455 Mpa	D 648	°C	110
Temperatura de deflexión térmica a 1,80 Mpa	D 648	°C	57
Temperatura de Ablandamiento Vicat a 10 N	D 1525	°C	154

Fuente: Braskem

Tabla 10: Propiedades del Petroquim

PROPIEDADES	Ensayos ASTM	Unidades	Valor
Índice de fluidez 2,16 kg/ 230 °C	D - 1238/10	g/10 min	1,3
Temperatura de Ablandamiento Vicat (10N)	D- 1525/09	°C	156
Temperatura de Deformación Térmica - HDT (455 kPa)	D-648/07	°C	105
Resistencia al impacto IZOD a 23 °C	D-256 /10	J/m	70
Resistencia a la tracción (en el punto de fluencia)	D-638/10	Mpa	38
Elongación (en el punto de fluencia)	D-638/10	%	8,0
Módulo de elasticidad en Flexión	D-790 /10	Mpa	1,850
Opacidad en placa rectangular 1,0 mm	D-1003/11	%	22

Fuente: Petroquim

b) Carbonato: Este es uno de los minerales más importantes en la mezcla para la producción de cintas en la etapa de extrusión, ya que evita la rotura de las cintas porque aumenta la rigidez de la misma, disminuye la cristalinidad del polipropileno y aumenta la tenacidad. La familia que utilizan para la mezcla en la producción de sacos de polipropileno es de 707-8N con tamaño de partícula de 1 micra y su presentación es de sacos de 25 kg. Su costo es de 0,97 \$/kg y su proveedor principal es la empresa colombiana COMAI.

c) Aditivos: Los aditivos que se usan para la elaboración de sacos de polipropileno es el Masterbatch que pueden ser de diferentes colores. Este aditivo es la concentración apropiada de pigmentos dispersados dentro de una resina portadora. El costo del Masterbatch depende del color de cinta que se va producir. El proveedor principal de este producto es la empresa Mastercool. Entre los aditivos más utilizados tenemos:

- **Masterbatch Blanco (LL-70):** Se utiliza mayormente en la extrusión de películas de plásticos de alta y baja densidad, sirve para producir cintas de color blanco y su costo es de 3,92 \$/kg. En la tabla 11 se muestra la ficha técnica del Masterbatch blanco.
- **Masterbatch Negro (74-LL):** Debido a su alta concentración de pigmentos, permite la extrusión de películas delgadas y algo que lo caracteriza es que posee propiedades de resistencia a la luz (UV), y su costo es de 2,21 \$/kg. En la tabla 12 se presenta la ficha técnica del Masterbatch negro.

- **Masterbatch de colores:** Los colores más utilizados en el proceso de producción de sacos son: amarillo huevo, azul marino y verde eléctrico. Sus costos son de: 4.48 \$/kg, 4,54 \$/kg y 5,16 \$/kg.

Tabla 11: Propiedades del Masterbatch blanco

Descripción	Especificaciones
Forma de suministro	Pellets Cilíndricos (2-3 mm aprox)
Pigmento	Dióxido de Titanio tipo rutilo. Alta temperatura
Concentración de pigmento	70%
Resistencia a la migración	Excelente
Estabilidad térmica	Excelente (>190 °C)
Solidez a la luz	Excelente (escala 1 - 8): 8
Resina base	Polietileno de baja densidad lineal
Melt índice de la resina base	20 g/10 min ASTM D1238
Densidad de la resina base	0.924 g / cc ATDM D1505

Fuente: MASTERCOOL

Tabla 12: Propiedades del Masterbatch negro

Descripción	Especificaciones
Forma de suministro	Pellets Cilíndricos (2-3 mm aprox)
Pigmento	Negro de humo
Concentración de pigmento	40%
Resistencia a la migración	Buena
Estabilidad térmica	Excelente (>190 °C)
Solidez a la luz	Excelente (escala 1 - 8): 8
Resina base	Polietileno de baja densidad lineal
Melt index de la resina base	20 g/10 min ASTM D1238
Densidad de la resina base	0.924 g / cc ATDM D1505

Fuente: MASTERCOOL

- d) Tintas:** Las tintas que mayormente usa la empresa en las impresiones de sus sacos son:
- Amarillo: 1235- C Sacoflex 100 y 116-C Sacoflex 100
 - Azul: 072-C Sacoflex 100 y 280-C Sacoflex 100
 - Negra: Sacoflex 100
 - Rojo: 185-C Sacoflex 100
 - Verde: 348 – C Sacoflex 100
- e) Alcohol Isopropílico y acetato:** Estos materiales se utilizan durante el proceso de impresión de los sacos. Los más usados por la empresa son:
- Alcohol Isopropílico IPA y el Diluyente Flexo grafico (acetato)

f) Multifilamentos (hilos): La empresa durante su proceso de producción, en la etapa de conversión, los sacos son cocidos con un hilo multifilamento blanco denier de 1000 y para la etapa de Bastillado utilizan blanco denier de 800.

3.2.2.2. Materiales Indirectos

Los materiales indirectos utilizados durante el proceso de producción del saco de polipropileno es la tela de un rollo (ya establecido para enfardar) y el zuncho que envuelve los sacos ya prensados para su posterior almacenaje.

3.2.3. Insumos

3.2.3.1. Mano de obra

La empresa cuenta con 56 trabajadores para poder realizar sus funciones diariamente laborando dos turnos cada uno de 12h de lunes a sábado, por lo que 34 trabajadores se encuentran distribuidos en el área de producción para cada etapa del proceso de producción. En la tabla 13 se describe las áreas y el personal asignado en las etapas del proceso de producción turno A (día). De igual manera en la tabla 14 se describen las áreas y el personal asignado en las etapas del proceso de producción turno B (noche), cabe recalcar que en este turno solo funciona la etapa de extrusión y telares.

Tabla 13: Áreas y personal asignado en las etapas del proceso de producción
Turno A

TURNO	Etapas	Asignación	Cantidad	Antigüedad laboral	Sexo	Nivel Académico
A	Extrusión	Operario 1	1	33	Masculino	Secundaria
		Volante 1	1	22	Masculino	Secundaria
	Telares	Operario 2	1	40	Masculino	Primaria
		Volante 2	1	43	Masculino	Primaria
		Operario 3	1	29	Masculino	Secundaria
		Volante 3	1	21	Femenino	Secundaria
		Operario 4	1	26	Femenino	Secundaria
		Volante 4	1	25	Femenino	Secundaria
		Operario 5	1	21	Masculino	Secundaria
		Volante 5	1	24	Masculino	Secundaria
	Impresión	Operario 6	1	33	Masculino	Secundaria
	Prensado	Operario 7	1	44	Masculino	Secundaria
		Volante 7	1	42	Masculino	Secundaria
	Basta	Operario 8	1	33	Femenino	Primaria
		Operario 9	1	30	Femenino	Secundaria
Operario 10		1	50	Masculino	Secundaria	
Operario 11		1	36	Masculino	Secundaria	
Operario 12		1	24	Masculino	Secundaria	
Laminado	Distribuidores	3	25-34-50	Masculino	Secundaria	
	Operario 13	1	42	Masculino	Secundaria	
Selección	Seleccionador 1	1	32	Masculino	Secundaria	
	Seleccionador 2	1	27	Femenino	Primaria	
Conversión	Operario 14	1	30	Femenino	Secundaria	
	Operario 15	1	35	Femenino	Secundaria	

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 14: Áreas y personal asignado en las etapas del proceso de producción

		Turno B				
B	Extrusión	Operario 1	1	32	Masculino	Secundaria
		Volante 1	1	21	Masculino	Secundaria
		Operario 2	1	29	Masculino	Secundaria
		Volante 2	1	22	Masculino	Secundaria
	Telares	Operario 3	1	25	Masculino	Secundaria
		Volante 3	1	23	Femenino	Secundaria
		Operario 4	1	38	Masculino	Primaria
		volante 4	1	27	Masculino	Secundaria

Fuente: PROCODE SA.C.

Para determinar si los trabajadores, de los turnos antes ya descritos, han recibido algún tipo de capacitación en el proceso de producción de sacos de polipropileno, se realizó una pequeña encuesta (Ver Anexo 1). En la figura 5 y 6, se muestra los resultados de la encuesta realizada a los trabajadores del área de producción.

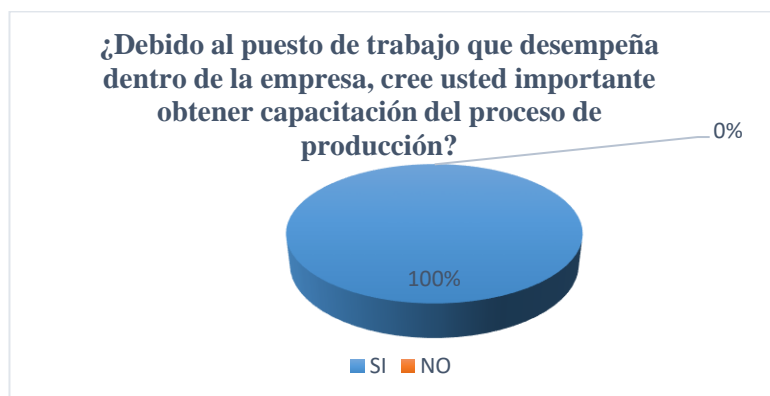


Figura 5: Resultado de pregunta 2

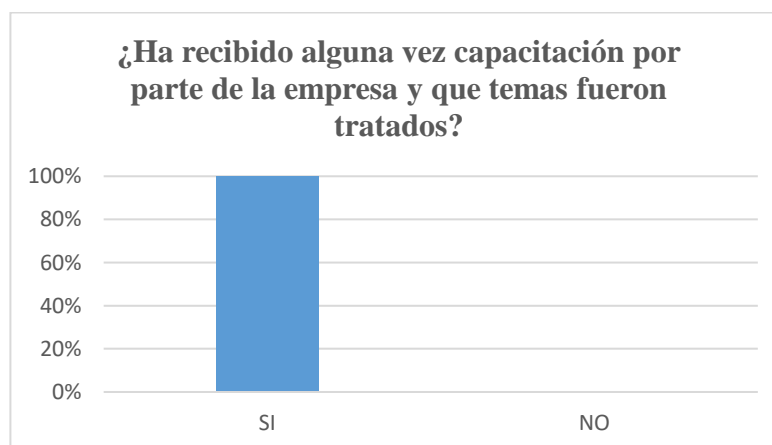


Figura 6: Resultado de pregunta 3

En conclusión, de las figuras 5 y 6 los trabajadores en el área de producción no han tenido ninguna capacitación durante el tiempo que han estado en la empresa y que todos estarían dispuestos asistir a los planes de capacitación si es que la empresa lo plantea. Así mismo en la tabla 15 se describe el personal por cada área de la empresa.

Tabla 15: Descripción del personal por cada área de la empresa

ÁREA	PUESTO DE TRABAJO	CANT	EDAD	SEXO	NIVEL ACADÉMICO
Gerencia	Gerente General	2	65	Masculino	Técnico en Administración
	Secretaria	1	28	Femenino	Técnico en Secretariado
Administración	Administrador	1	42	Masculino	Técnico en Administración
Mantenimiento	Técnicos de mantenimiento	6	25-30	Masculino	Técnicos en mantenimiento
	Personal de Limpieza	1	48	Femenino	Secundaria
		1	50	Femenino	Primaria
Logística	Jefe de logística	1	24	Masculino	Técnico en Administración
Recursos Humanos	Jefe de Recursos Humanos	1	27	Masculino	Bachiller de Contabilidad
Finanzas	Contador	1	30	Masculino	Contador
Ventas	Jefe de Ventas	1	45	Masculino	Técnico en Administración
Producción	Jefe de Producción	1	49	Masculino	Secundaria
	Supervisor	1	33	Masculino	Primaria
	Control de producción	1	26	Masculino	Secundaria
	Asistente	1	29	Masculino	Técnico en contabilidad
Calidad	Control de calidad	1	24	Femenino	Secundaria
Seguridad	Guardianes	2	25 - 42	Masculino	Secundaria

Fuente: PROCODE S.A.C

3.2.3.2. Maquinaria, herramientas y equipos

Las máquinas que se utilizan en el proceso de producción se detallan en la tabla 16 considerando el área en que operan, la marca, el estado de la misma y la antigüedad.

Tabla 16: Maquinaria utilizada en el proceso de producción

ÁREA	MÁQUINA Y/O EQUIPO	MARCA	CANT	ESTADO DE MÁQUINA (0 - 10)	MÁQUINA OPERATIVA	ANTIGÜEDAD (Años)
Extrusión	Extrusora	Extrusora Starlinger	1	0	No	
		Extrusora China Hua Shen	1	5	Sí	9
Telares	Telar circular	Lohia Nova 6	6	9	Sí	1
		Sincerity	4	5	Sí	3
		ATA	19	5	4 : Sí, 15: No	9
		Jumbo 10	2	5	Si	3
		Jumbo 8	1	5	Sí	9
Laminación	Laminadora	Hao Yu	1	5	Sí	9
Impresión	Impresora	Sincerity	1	6	Sí	3
Conversión	Convertidora	Botheven	2	7	Sí	3
Bastas	Bastilladora de sacos	New Long DN - 2HS	6	5	Sí	
	Bastilladora de mantas	Unión Special 80 800 c	1	4	Sí	5
Enfardelado	Prensa	Hechiza	2	5	Sí	9

Fuente: PROCODE S.A.C

En la tabla 17 se observa el análisis de criticidad del conjunto de máquinas descritas anteriormente del proceso de producción de sacos de polipropileno, teniendo como máquina crítica a la extrusora.

Tabla 17: Análisis de Criticidad

MÁQUINA	CÓDIGO DE LA MÁQUINA	POTENCIA DE PLACA kW	NIVEL DE CRITICIDAD	
PRODUCCIÓN	Extrusora	PEX - 001	75	
	Bobinas 160	PBN - 001	0,373	
	Telar 1	PTL - 001	18	
	Telar 2	PTL - 002	18	
	Telar 3	PTL - 003	18	
	Telar 4	PTL - 004	18	
	Telar 5	PTL - 005	18	
	Telar 6	PTL - 006	18	
	Telar 7	PTL - 007	10	
	Telar 8	PTL - 008	10	
	Telar 9	PTL - 009	10	
	Telar 10	PTL - 010	10	
	Telar 11	PTL - 011	10	
	Telar 12	PTL - 012	10	
	Telar 13	PTL - 013	10	
	Telar 14	PTL - 014	10	
	Laminadora	PLM - 001	80	
	Impresora Industrial	PIM - 001	68	
	Convertidoras 1	PCV - 001	15	
	Convertidoras 2	PCV - 002	15	
	Bastilladora 1	PBT - 001	0,746	
	Bastilladora 2	PBT - 002	0,746	
	Bastilladora 3	PBT - 003	0,746	
Bastilladora 4	PBT - 004	0,746		
Bastilladora 5	PBT - 005	0,746		
Bastilladora 6	PBT - 006	0,746		
Prensa	PPR - 001	2,24		

Fuente: PROCODE S.A.C.

A continuación, se describe cada máquina del proceso de producción considerando su ficha técnica.

- a) **Extrusora – Hua Shen:** Esta máquina es la base del proceso de producción de sacos y debe cumplir con diferentes tareas de un sistema de alimentación

de material, de fusión –plastificación, sistema de bombeo y presurización (genera un efecto de mezclado) y la salida del material fundido. En la tabla 18 se muestra la ficha técnica de la extrusora.

Tabla 18: Ficha técnica - Extrusora

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Máquina – Equipo	Extrusora	Sección	Extrusión
Modelo		Hua Shen	
CARACTERÍSTICAS GENERALES		Ancho: 9,47 m - Largo: 35,77 m	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA - EQUIPO	
Kilowatts (kW)	75		
Corriente (A)	140		
Voltaje (V)	380		
Rpm	17776		
FUNCIÓN			
Fundir la mezcla de materiales (polipropileno, carbonato y aditivos) de manera homogénea para la formación de láminas por medio de una matriz.			

Fuente: PROCODE S.A.C.

- b) Lohia Nova 6:** Estas máquinas son utilizadas para tejer la tela mediante el cruce de la trama y la urdiembre de bobinas. En la tabla 19 se presenta la ficha técnica de la tejedora, modelo Lohia Nova 6.

Tabla 19: Ficha técnica de la tejedora – modelo Lohia Nova 6

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
Máquina – Equipo	Tejedora	Sección	Telares	
Modelo	Lohia Nova 6	Características Generales	Altura	3m
			Ancho	30-90cm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA - EQUIPO		
Velocidad de inserción de trama	1100 lances/min			
Diámetro núcleo interno urdiembre/trama	35 mm			
Longitud de núcleo urdimbre/trama	218 mm			
Diámetro bobina Trama	115 mm			
Diámetro bobina Urdimbre	160 mm			
Longitud de núcleo urdimbre/trama	9.5 m			
Diámetro del rollo de tela	1500 mm			
FUNCIÓN				
Se utilizan para tejer la tela mediante el cruce de la trama y la urdiembre.				

Fuente: PROCODE S.A.C.

c) Telar Chino – Sincerity y Ata: Estos telares cumplen la función de tejer el saco mediante bobinas (trama y urdiembre), cabe mencionar que son los más antiguos de la empresa (Ver tabla 20).

d) Telar – Jumbo Circular: Estas máquinas son las encargadas de producir la arpillera y carpa tejida, cabe mencionar que la tela tejida que se produce es más grande que la de los rollos para los sacos tejidos (Ver tabla 21).

Tabla 20: Ficha técnica del telar chino – Sincerity y Ata

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Máquina – Equipo	Telar	Sección	Telares
Modelo	Chino – Sincerity y Ata		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA - EQUIPO	
Kilowatts	18		
Corriente (A)	32		
Rpm	426		
Voltaje	380		
FUNCIÓN			
Cumplen la función de tejer el saco mediante bobinas (trama y urdiembre).			

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 21: Ficha técnica del telar – Jumbo Sincerity

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Máquina – Equipo	Telar	Sección	Telares
Modelo	Sincerity		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
Kilowatts	18		
Corriente (A)	32		
Rpm	426		
Voltaje	380		
FUNCIÓN			
Cumplen la función de tejer el saco mediante bobinas (trama y urdiembre).			

Fuente: PROCODE S.A.C.

e) **Laminadora Hao you:** Es una de las máquinas más antiguas de la empresa y se encarga de formar y adherir la lámina para los sacos laminados (Ver tabla 22).

f) **Impresora Sincerity:** Tiene como función imprimir la tela del rollo según el logo que solicite el cliente (Ver tabla 23)

Tabla 22: Ficha técnica de la laminadora – Hao you

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Máquina – Equipo	Laminadora	Sección	Laminado
Modelo	Hao Yon		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO	
Kilowatts	80		
Corriente (A)	150		
Rpm	1894		
Voltaje	380		
FUNCIÓN			
Formar y adherir lámina en sacos tejidos mediante una matriz.			

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 23: Ficha técnica de la impresora– Sincerity

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Máquina – Equipo	Impresora	Sección	Impresión
Modelo	Sincerity		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA - EQUIPO	
Kilowatts	80		
Corriente (A)	150		
Rpm	1894		
Voltaje	380		
FUNCIÓN			
Imprimir el diseño según solicite el cliente mediante un cliché.			

Fuente: PROCODE S.A.C.

g) **Convertidora – Botheven:** Se encarga de cortar la tela del rollo según la medida del saco requerido, así mismo de cocer la basta en la parte inferior

mediante una máquina de coser propia de la convertidora. En la tabla 24 se detalla la ficha técnica de la convertidora - Botheven.

Tabla 24: Ficha técnica de la convertidora - Botheven


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
Máquina – Equipo	Convertidora	Sección	Conversión
Modelo	Botheven		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA - EQUIPO	
Diámetro de la tela por devanar	1400 mm máx.		
Ancho de la tela por devanar	300 - 850 mm		
Longitud de corte ajustable	500 - 1400 mm		
Precisión en la longitud	+/- 1 mm de rango		
Capacidad	32 - 45 sacos / min		
Cuchillo de corte	aleación de acero		
FUNCIÓN			
Cortar la tela del rollo según la medida del saco requerido, así mismo de coser la basta del saco			

Fuente: PROCODE S.A.C.

h) Bastilladora de sacos - New Long DN - 2HS: Son máquinas industriales, que se utilizan para coser la basta del saco según el requerimiento del cliente. En la tabla 25 se observa la ficha técnica de la bastilladora.

i) Prensa: esta máquina tiene función compactar los sacos ya cortados para luego ser enfardado. En la tabla 26 se muestra la ficha técnica de la prensa.

Tabla 25: Ficha técnica de la bastilladora de sacos

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
Máquina – Equipo	Bastilladora de sacos	Sección	Basta	
Modelo	New Long DN - 2HS	Características Generales	Peso	34kg
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO		
Velocidad máx.	3 000 rpm			
Costura	Puntada de cadena de hilo doble			
Ancho de puntada	7 – 12 mm			
Cortador	NLC			
Aguja	DR x2 - #25			
Petróleo	Tellus #32			
Engrasar	Suministro de aceite automático			
FUNCIÓN				
Cosar la basta de los sacos, según especificaciones del cliente				

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 26: Ficha técnica de la prensa

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
Máquina – Equipo	Prensadora	Sección	Prensado	
Modelo		Características Generales	Nº de sacos	500-1000 sacos
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA – EQUIPO		
Fuerza de compresión (Max)	120 kN			
Motor	3 HP			
Frecuencia (Hz)	50			
Rpm	1420			
FUNCIÓN				
Compactar los sacos cortados				

Fuente: PROCODE S.A.C.

Teniendo en cuenta la maquinaria que tiene la empresa, en la tabla 27 se detallan las paradas en el proceso de producción, debido al mantenimiento correctivo de la extrusora durante 8 meses – año 2018. Así mismo, la cantidad de horas de las fallas y averías siendo un total de 95,58 horas, equivalente a 10,24 t que se han dejado de producir.

Tabla 27: Paradas en el proceso de producción debido al mantenimiento correctivo de la extrusora – 2018

N°	Fecha	h. inicio	h. final	Total horas	Descripción
1	06-03-2018	10:00	05:30	07:30:00	Falla en los rodillos de entrada
2	19-03-2018	07:00	10:40	03:40:00	Limpieza de la matriz
3	22-03-2018	09:30	01:20	04:50:00	Avería en la Picadora
4	3-04-2018	04:45	10:00	06:15:00	Avería en el piñón del motor
5	7-04-2018	10:10	12:30	01:40:00	Avería en el piñón del motor
6	10-04-2018	09:30	11:45	02:15:00	Limpieza de Matriz
7	28-04-2018	12:25	15:30	03:05:00	Falla en la medición de las resistencias de la matriz.
8	10-05-2018	10:30	19:00	08:30:00	Falla eléctrica
9	14-05-2018	14:20	17:00	03:30:00	Avería en la picadora
10	19-05-2018	11:30	15:25	03:55:00	Rotura de manguera de agua de enfriamiento
11	24-05-2018	11:35	15:25	03:50:00	Falla en el variador del motor del tornillo
12	06-06-2018	15:00	17:30	02:30:00	Limpieza en la matriz
13	07-06-2018	11:45	14:20	02:35:00	falla del variador del motor principal
14	20-06-2018	10:00	12:30	02:30:00	Falla en la medición de las resistencias de la matriz
15	26-06-2018	08:00	09:30	01:30:00	Limpieza de matriz
16	09-07-2018	11:20	02:30	03:30:00	Falla en los rodillos de entrada
17	16-07-2018	07:00	12:14	05:14:00	Purga y limpieza de la matriz
18	15-08-2018	08:00	14:00	06:00:00	Rotura de manguera de agua de enfriamiento
19	07-09-2018	07:00	15:00	08:00:00	Obstrucción en la manguera de salida
20	13-09-2018	08:50	10:10	01:20:00	Falla en el horno
21	28-09-2018	08:00	13:50	05:50:00	Falla en el piñón del motor
22	14-10-2018	14:20	15:30	01:10:00	Falla en la medición de las resistencias de la matriz
23	23-10-2018	10:00	11:30	01:30:00	Limpieza de la matriz
24	29-10-2018	07:00	12:00	05:00:00	Falla en los rodillos de entrada

Fuente: PROCODE S.A.C.

De igual manera se identificó las paradas más comunes y la causa de cada una de estas como se muestra en la tabla 28, considerando el tiempo durante los 8 meses de disponibilidad al acceso de la información que se tuvo. Así mismo se determinó los indicadores de mantenimiento, como se observa en la tabla 29, en base a los tiempos totales, averías y cantidad de horas paradas con el propósito de medir y mejorar la operatividad de la máquina.

Tabla 28: Causas para cada parada identificada de la extrusora

PARADA	CAUSAS	TIEMPO DE PARA (h)
Limpieza de matriz	Defectos en la película extruida por la presencia de microhuecos, puntos negros y diferente tonalidad de esta.	03:40
Avería del molino triturador	-Falta de engrase (lubricantes) a los rodamientos del conjunto del rotor y limpieza de la cámara de trituración.	03:55
Avería del contactor en el motor principal	Debido a que los contactos de cobre se pegan	06:20
Falla en la medición de las resistencias eléctricas	Presencia de material en los cables que conecta a la resistencia.	04:35
Falla en los rodillos de entrada	-Desgaste en el eje -Rodamientos de goma en mal estado	5 h
Rotura de la manguera de agua de enfriamiento	Roce por una mala posición	17:55

Fuente: PROCODE S.A.C

Tabla 29: Indicadores de mantenimiento

MES ES	N° Total de operación (h)	N° de paradas o fallas	Tiempo Total de Reparación (h)	Paradas progra madas (h)	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Mar	600	3	16	26	200	5,33	0,972
Abr	600	4	13,25	26	150	3,31	0,977
May	624	4	19,45	26	156	4,86	0,973
Jun	624	4	9	26	156	2,25	0,985
Jul	552	2	8,73	26	276	4,37	0,983
Ago	624	1	6	26	624	6,00	0,990
Sep	576	3	15,16	26	192	5,05	0,972
Oct	624	3	7,66	26	208	2,55	0,987

3.2.3.3. Suministros

Los suministros que la empresa requiere para el desarrollo de sus actividades en el proceso de producción de los sacos son:

- **Energía eléctrica:** este suministro es importante para el funcionamiento de las máquinas en el proceso de producción de sacos. La empresa paga mensual aproximadamente 45 000 soles.

3.2.4. Proceso de producción

El proceso de producción de los sacos de polipropileno consta de ocho etapas las cuales se describen a continuación:

- Recepción de materia prima:** la materia prima es importada y recibida en container en el puerto del callao, el país del proveedor va depender de la marca de polipropileno que se ha requerido. Posteriormente es transportado desde el puerto de callao hacia la planta. Este material es almacenado en parihuelas cada una de 50 bolsas de 25 kg bajo techo para poder evitar el contacto con la luz del sol y la humedad.

Es importante tener en cuenta las especificaciones y el lote de producción de las bolsas de polipropileno recepcionada, ya que cada lote tiene diferente índice de fluidez

b) **Mezclado:** en esta etapa se recepciona el polipropileno, carbonato y el Masterbatch. La cantidad a utilizar en la mezcla va depender del color de cinta que se quiera producir. Las proporciones que se utilizan en la composición para cada uno de los materiales mencionados se muestra en figura 7. Posteriormente estos materiales son mezclados en una máquina conformado por un tornillo véase en la figura 8. El colaborador encargado de la etapa de mezclado, no realiza la mezcla con los pesos adecuados lo cual genera problemas en la cinta extruida ya sea en el color o que no tenga la consistencia adecuada y pueda romperse.

PARA 4 BOLSAS DE PP			
CINTA BLANCO			
	CODIGO	PORCENTAJE	KILOS
POLIPROPILENO	BRASKEM	91.30%	100
CARB.CALCIO	COMAI	7.30%	6
MASTERBATCH	BLANCO LL	1.40%	1
MASTERBATCH	BLANCO PP RAF.	1.40%	1.5
AYUDA DE PROCESO			0.025
ESTABILIZADOR UV			0.025

PARA 4 BOLSAS DE PP			
CINTA NEGRO			
	CODIGO	PORCENTAJE	KILOS
POLIPROPILENO	BRASKEM	91.32%	100
CARB.CALCIO	COMAI	4.58%	4
MASTERBATCH	NEGRO LL	4.10%	3.200
AYUDA DE PROCESO			0.025
ESTABILIZADOR UV			0.025

PARA 4 BOLSAS DE PP			
CINTA COLORES			
	CODIGO	PORCENTAJE	KILOS
POLIPROPILENO	BRASKEM	93.02%	100
CARB.CALCIO	COMAI	3.72%	3.200
MASTERBATCH	AZUL NAUTICO	3.26%	2.800
	VERDE ORGANICO		
	ROJO ESCARLATA		
	AMARILLO ELECTRICO		
	AMARILLO CALIDO		
	VERDE PALTA		
AYUDA DE PROCESO			0.025
ESTABILIZADOR UV			0.025

Figura 7: Composición para la mezcla de materiales

Fuente: PROCODE S.A.C



Figura 8: Máquina mezcladora de materiales

Fuente: PROCODE S.A.C

c) **Extrusión:** esta etapa es la más importante durante el proceso de producción de sacos ya que tiene como función producir las cintas que se utilizaran para el tejido del saco. La operación inicia en el sistema de alimentación que es una tolva en el cual ingresa el material sólido mezclado, luego el material pasa por el sistema de fusión – plastificación y mezclado que está compuesto por un tornillo de Arquímedes, el cual gira alrededor de un cilindro calentado por unas resistencias eléctricas a una temperatura de 200 - 250 °C, en consecuencia del giro del tornillo compacta la mezcla y da como resultado la fusión del material y posteriormente es transportado hacia una boquilla el cual tiene el diseño indicado para el conformado del producto.

El material fundido sale por la boquilla y pasa por una malla, la cual sirve como filtro para retener la impureza y pasar por la matriz a una temperatura de 220 °C, en donde deja caer la película y esta es enfriada en una tina de agua a una temperatura de 40°C, luego la película es transportada por unos rodillos hacia unas cuchillas y es cortada longitudinalmente y tendrán un ancho inicial de 7.4 mm y 6.3 mm de acuerdo a la cinta que se va producir. La película cortada ingresa a un horno de aire caliente a una temperatura de 160 °C para darle la tenacidad adecuada, en el cual la cinta es estirada mediante unos rodillos dando como resultado un ancho de 2.8 mm y 3.2 mm. Y por último las cintas pasan a las embobinadoras y junto a las canillas se obtiene las bobinas.

Uno de los problemas que se identificó en esta etapa, es la inexistencia de controles en los diferentes parámetros que influyen en el proceso de extrusión de la cinta, dentro de los cuales se tiene: Razón del estiraje, velocidad, espesor y peso de la cinta. Esto debido a que no se cuenta con instrumentos de medición a las variables antes mencionadas, tales como: Tacómetro, vernier, micrómetro y la balanza analítica; cabe mencionar que solo cuentan con una balanza cuyo estado es obsoleto.

Así mismo se tiene como problemática el inadecuado método de muestreo por parte del operario (empírico), lo cual ocasiona variabilidad en el peso de las bobinas y por consecuencia esto genera que exista una alta variabilidad del denier.

El método que utilizan para muestrear las cintas de las 12 bobinas escogidas es mediante una madejera (Ver figura 9) que consiste en:

$$\begin{aligned} \text{Muestreo} &= 1 \frac{m}{\text{vuelta}} \times 30 \frac{\text{vueltas}}{m} = 30 m \\ &= 30 m \times 3 = 90 m \end{aligned}$$

Esta operación se tiene que realizar para cada bobina, primero se gira 30 vueltas (1 vuelta = 1 m) para luego multiplicarlo por 3, dando como resultado 90 m y finalmente es pesado y registrado. El promedio de las 12 bobinas muestreadas determina si el denier de la cinta que se está produciendo se encuentra en el rango de tolerancia establecido. Las muestras que se encuentren por debajo o por encima del rango, el operario encargado de la máquina calibra la matriz para aumentar o disminuir el flujo de material.



Figura 9: Madejera

Fuente: PROCODE S.A.C.



Figura 10: Máquina extrusora china

Fuente: PROCODE S.A.C



Figura 11: Embobinadoras de la extrusora

Fuente: PROCODE S.A.C.

En la tabla 30 se detalla las bobinas muestreadas en los meses de abril a mayo y el mejoramiento de los pesos debido a la calibración de la matriz para un rango de 6,60 – 6,80 g. Cabe mencionar que este método de muestrear las cintas no es tan preciso ya que veces el operario no da las vueltas correspondientes haciendo que cambie el valor obtenido del denier al calibrar nuevamente la matriz. Así mismo en la tabla 31 se observa las bobinas muestreadas de los meses de junio a julio y en los anexos 5 a 7 las bobinas de los meses de agosto a diciembre.

Tabla 30. Bobinas Muestreadas – Abril y mayo

Muestra	Observaciones de la muestra											
1	672	702	678	654	660	690	660	684	696	708	660	576
2	624	696	762	666	726	738	570	654	570	642	606	696
3	702	696	768	690	702	606	534	612	612	648	588	684
4	678	672	690	660	696	762	708	780	732	612	684	660
5	714	738	804	840	798	612	630	684	636	791	756	594
6	690	678	606	738	690	606	642	660	630	654	702	762
7	630	660	618	702	660	630	660	648	642	684	678	666
8	672	666	672	666	666	666	648	720	624	630	672	708
9	660	666	654	696	660	672	672	744	720	690	636	678
10	720	690	666	696	654	612	624	582	642	672	672	660
11	660	696	654	660	630	672	702	660	624	648	696	660
12	666	678	654	642	708	684	678	684	600	666	648	654
13	648	720	708	666	750	678	510	630	708	678	750	720
14	660	666	648	660	678	678	648	660	630	738	720	678
15	834	672	678	618	828	726	840	732	696	654	654	714
16	678	684	690	606	672	670	666	660	630	642	666	696
17	678	648	660	690	690	678	666	684	678	684	678	672
18	744	708	756	612	744	732	720	780	714	600	642	618
19	678	684	678	642	654	660	684	606	714	672	684	642
20	666	672	666	660	666	678	684	690	690	684	720	612
21	618	630	636	630	690	690	804	648	714	678	666	696
22	690	696	684	678	678	696	684	696	672	672	672	678
23	732	690	600	618	600	684	738	642	708	654	660	654
24	630	618	696	654	744	612	666	612	630	660	720	696
25	810	696	732	654	612	648	762	648	714	732	714	648
26	738	666	738	666	582	642	768	828	708	732	654	624
27	702	636	690	642	618	648	648	630	630	624	654	648
28	626	660	606	636	636	612	606	676	636	696	690	792
29	738	642	708	654	660	654	732	690	600	618	600	684
30	738	666	744	666	582	648	774	828	708	732	654	624
31	678	708	690	720	624	690	678	684	654	618	738	726
32	726	696	678	702	612	672	678	684	654	618	738	726
33	720	690	684	678	678	702	714	732	576	720	720	702
34	750	732	672	696	654	636	684	756	756	708	524	654
35	648	684	732	690	666	684	702	684	684	636	654	666
36	696	702	642	648	678	702	690	720	660	636	684	720
37	606	708	636	654	702	708	738	750	780	762	750	651
38	720	696	666	648	684	720	702	699	684	690	732	684
39	690	702	648	636	645	660	720	666	714	666	669	696
40	672	690	678	660	660	666	702	690	642	660	705	660

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 31. Bobinas Muestreadas – junio a julio

Muestra	Observaciones de la muestra											
1	672	702	678	654	660	690	660	684	696	708	660	576
2	624	696	762	666	726	738	570	654	570	642	606	696
3	702	696	768	690	702	606	534	612	612	648	588	684
4	678	672	690	660	696	762	708	780	732	612	684	660
5	606	594	678	642	648	642	600	618	684	702	708	678
6	690	618	684	654	654	630	648	630	624	684	678	642
7	582	564	684	678	690	570	666	684	660	612	546	564
8	612	642	666	642	594	618	672	672	654	564	558	600
9	678	672	678	696	672	684	756	690	648	630	684	612
10	678	768	708	672	636	612	732	666	684	690	576	636
11	672	744	672	702	654	636	660	666	666	660	642	714
12	708	768	600	768	720	786	780	732	666	732	600	666
13	822	738	726	714	660	654	618	702	606	702	702	732
14	660	738	672	672	702	630	714	672	684	642	720	702
15	606	684	666	696	690	738	702	696	696	720	672	642
16	606	744	648	750	768	708	840	606	582	708	648	624
17	810	720	660	612	612	630	738	636	678	678	690	684
18	726	684	684	678	600	678	750	696	702	648	666	636
19	702	618	624	618	594	636	648	672	648	606	672	606
20	702	630	642	654	606	636	654	642	696	660	678	666
21	762	702	612	666	660	630	720	762	720	720	702	666
22	684	678	636	696	654	642	684	708	666	678	684	702
23	690	678	630	684	708	630	702	654	678	588	666	678
24	678	696	732	696	720	666	684	720	636	696	696	750
25	702	684	690	684	726	690	678	720	690	702	612	642
26	636	690	672	654	660	660	660	606	768	732	708	630
27	708	696	636	672	682	696	678	720	684	684	696	636
28	720	696	636	678	680	684	684	648	666	708	678	660
29	642	708	642	684	672	702	696	690	720	684	636	678
30	726	666	636	672	702	684	666	642	690	696	684	672
31	618	618	624	666	684	714	696	702	678	618	666	660
32	666	660	672	642	630	600	684	600	636	654	720	648
33	696	720	690	690	642	660	672	702	702	720	690	726
34	660	720	720	720	684	726	684	600	678	654	720	738
35	720	678	666	702	660	666	672	732	726	642	684	684
36	686	690	672	654	660	660	630	708	732	768	606	666
37	702	684	690	684	726	690	642	612	702	690	720	678
38	738	666	744	666	582	648	624	654	732	708	828	774
39	738	666	672	726	720	678	696	642	654	720	678	780
40	656	678	648	642	642	666	684	654	666	678	684	684
41	756	732	744	726	594	738	726	660	660	816	660	630
42	750	672	696	708	750	666	648	690	696	666	660	690
43	672	636	642	684	672	630	636	522	660	618	696	618
44	690	654	648	696	666	612	618	558	672	666	708	666
45	684	648	636	666	660	624	636	600	624	648	696	654
46	810	660	666	618	690	690	654	732	672	762	684	624

Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Recepción de bobinas:** las bobinas son bajadas en un tiempo de 70 minutos según la velocidad de la extrusora, luego son pesadas y almacenadas en un área determinada clasificándola según el peso del denier y el color de estas.
- d) **Tejido:** en esta etapa las cintas son tejidas mediante una máquina que se denomina telar. Esta operación consiste en tejer la urdimbre y la trama. Las urdimbres están colocadas en paralelo (verticalmente) y la trama con las que se tejen son colocados horizontalmente. Este proceso consiste en pasar la urdimbre por encima y por debajo de la trama, cruzándola y formando la tela en rollos. Los rollos son bajados en función al metraje ya establecido en la máquina. El operario es el encargado de que las cintas se tejan correctamente para que no haya tela destramada en el rollo y el volante es el responsable de abastecer de cinta a la urdimbre y que retire las bobinas que están mezcladas por dos colores para que no haya presencia de cintas diferentes en la tela y sea pareja de un solo color.

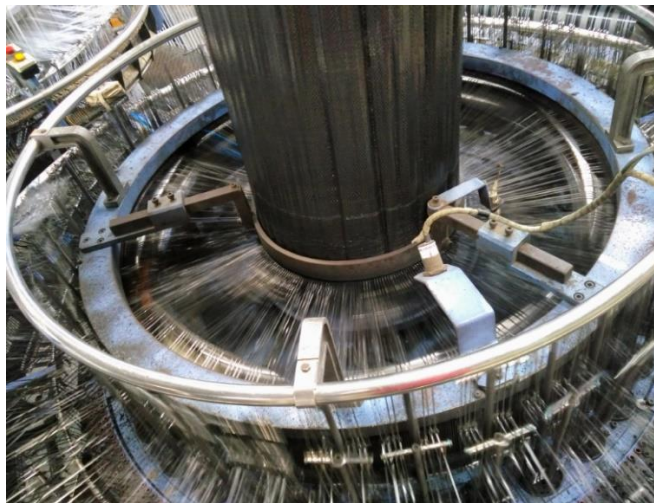


Figura 12: Tejido de la urdimbre y la trama

Fuente: PROCODE S.A.C

Cabe recalcar que los rollos bajados de los telares según la orden de producción pueden ir directo a la etapa de conversión, laminación e impresión.

- e) **Laminación:** en esta operación se le adhiere film (lámina transparente) a la tela del rollo para los sacos tejidos laminados mediante el proceso de extrusión.

- f) **Impresión:** esta etapa tiene como función imprimir el diseño del saco según el requerimiento del cliente.



Figura 13: Impresora de sacos

Fuente: PROCODE S.A.C



Figura 14: Almacén de rollo a imprimir

Fuente: PROCODE S.A.C

- g) **Conversión:** esta operación realiza dos funciones, las cuales son:

- **Corte:** la tela de los rollos es cortado según la medida del saco, el corte se realiza con una cuchilla en caliente a una temperatura de 252 °C.
- **Costura:** en la misma máquina los sacos que son cortados, son jalados por unas pinzas con un ángulo de 90°, en donde una máquina cose la basta de una medida de 25 mm en la parte inferior del saco.

El problema que se presenta en esa etapa es que el operario responsable no calibra bien la medida para el corte del saco, así mismo no controla la temperatura de la cuchilla por lo que la boca del saco resulta pegada.

h) Selección: En esta etapa los seleccionadores revisan manualmente los sacos cortados provenientes de la etapa de conversión, que no tengan ningún desperfecto y cumplan con todas las condiciones de calidad. Estas condiciones son: que el saco no esté destramado, la impresión salga nítida y que no haya huecos ni nudos grandes en el saco. Los sacos son apilados de 50 en 50 unidades para que posteriormente sean enfardados o basteados. Uno de los problemas que presenta esta etapa es que los seleccionadores a lo largo del día por querer avanzar no seleccionan de manera eficiente, por lo que se le pasan sacos defectuosos (clase B) y genera insatisfacción en el cliente al comercializar el producto.



Figura 15: Selección de sacos

Fuente: PROCODE S.A.C.

i) Basteadado: En esta etapa los operarios cosen la basta de la parte superior del saco con una medida de 25 mm, estos sacos son cocidos de acuerdo a la orden producción. El problema que presenta esta etapa es que los operarios descuidan la medida de coser la basta, por lo que se pasan los 25 mm como máximo y esto genera que el largo útil del saco sea menor y quejas por parte del cliente.



Figura 16: Área de basteadado

Fuente: PROCODE S.A.C

- j) Enfardado:** esta operación se realiza mediante una prensa, la cual compacta 500 – 1000 sacos según la orden de producción, luego es cubierta por una tela, ajustada con zuncho y por último se le pega una etiqueta en el cual contiene el peso del fardo, turno, responsable, descripción del saco, el nombre de la empresa y las unidades del fardo.
- k) Almacenamiento de producto terminado:** los fardos son almacenados y apilados en parihuelas según el cliente, listos para su comercialización.



Figura 17: Fardos almacenados

Fuente: PROCODE S.A.C

3.2.5. Sistema de Producción

El sistema de producción en el cual la empresa desarrolla sus actividades es un sistema continuo o de flujo, que consiste en que el flujo sea sin pausa y sin transición entre las operaciones u otras, es decir, el producto pasa por una serie de etapas con el mínimo tiempo de interrupción. Este tipo de producción elabora productos técnicamente homogéneos.

3.2.6. Análisis para el proceso de producción

3.2.6.1. Diagrama de bloques del proceso de producción

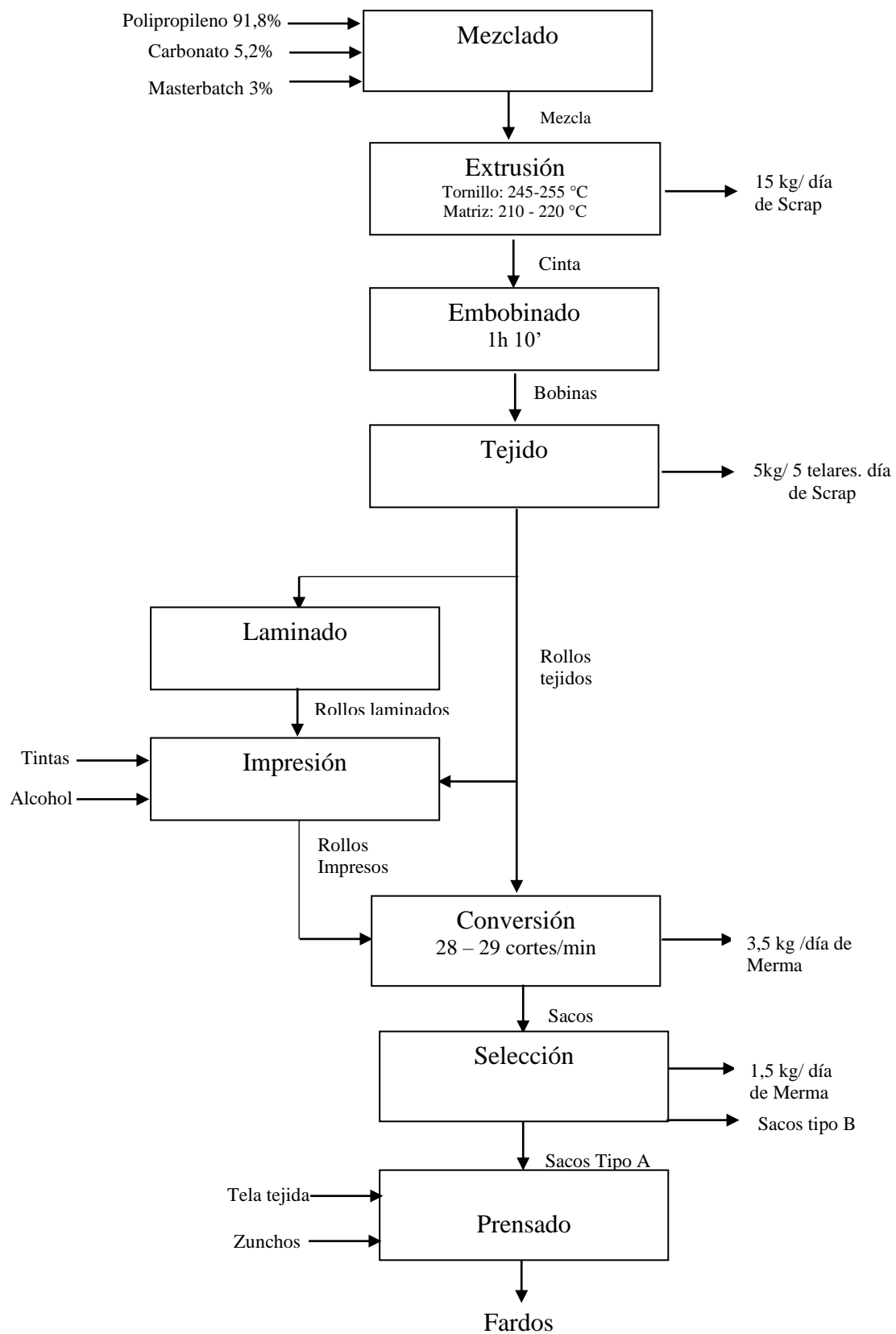


Figura 18: Diagrama de bloques del proceso de producción de sacos de pp.

3.2.6.2. Diagrama de flujo del proceso de producción

En la figura 19 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de sacos para entender la secuencia de actividades que se desarrollan hasta obtener el producto terminado.

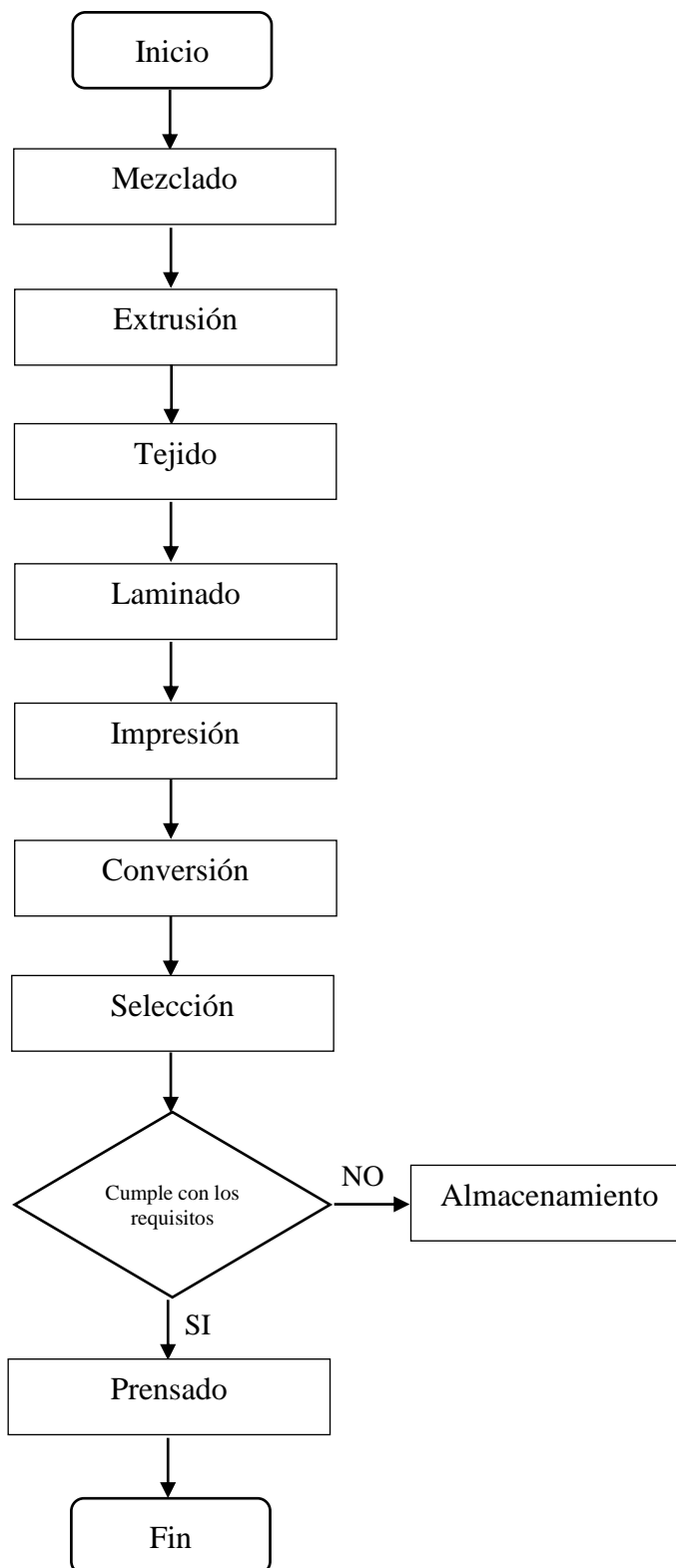


Figura 19: Diagrama de flujo del proceso de producción de sacos

3.2.6.3. Diagrama de operaciones del proceso de producción (DOP)




- **Diagrama de Operaciones del proceso de producción para la obtención del saco blanco tejido.**

En la figura 20 se muestra la secuencia de operaciones y el tiempo requerido de cada una, para la obtención del saco blanco tejido de 22,5 x 37,5 (pulg) con un peso de 56g.

Con respecto al estudio de tiempos, se realizó un estudio preliminar del proceso de producción de sacos de polipropileno registrando dos muestras del ciclo observado, los cuales han sido cronometrados durante una jornada laboral, siendo un total de 234,09 min equivalente a 3,90 h para la elaboración de 1155 sacos.

El tamaño de muestra se definió según la guía de General Electric, como nuestro ciclo es de 234,09 min se realizó 3 muestras en diferentes horas en un día. En la tabla 32 se muestra el cuadro resumen en la elaboración del saco blanco tejido dando como resultado seis operaciones combinadas, nueve operaciones y una inspección.

Tabla 32: Cuadro resumen del diagrama de operaciones – saco blanco tejido

RESUMEN DE ACTIVIDADES			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	9	108,60
	Operación-inspección	6	122,22
	Inspección	1	3,27
TOTAL			234,09

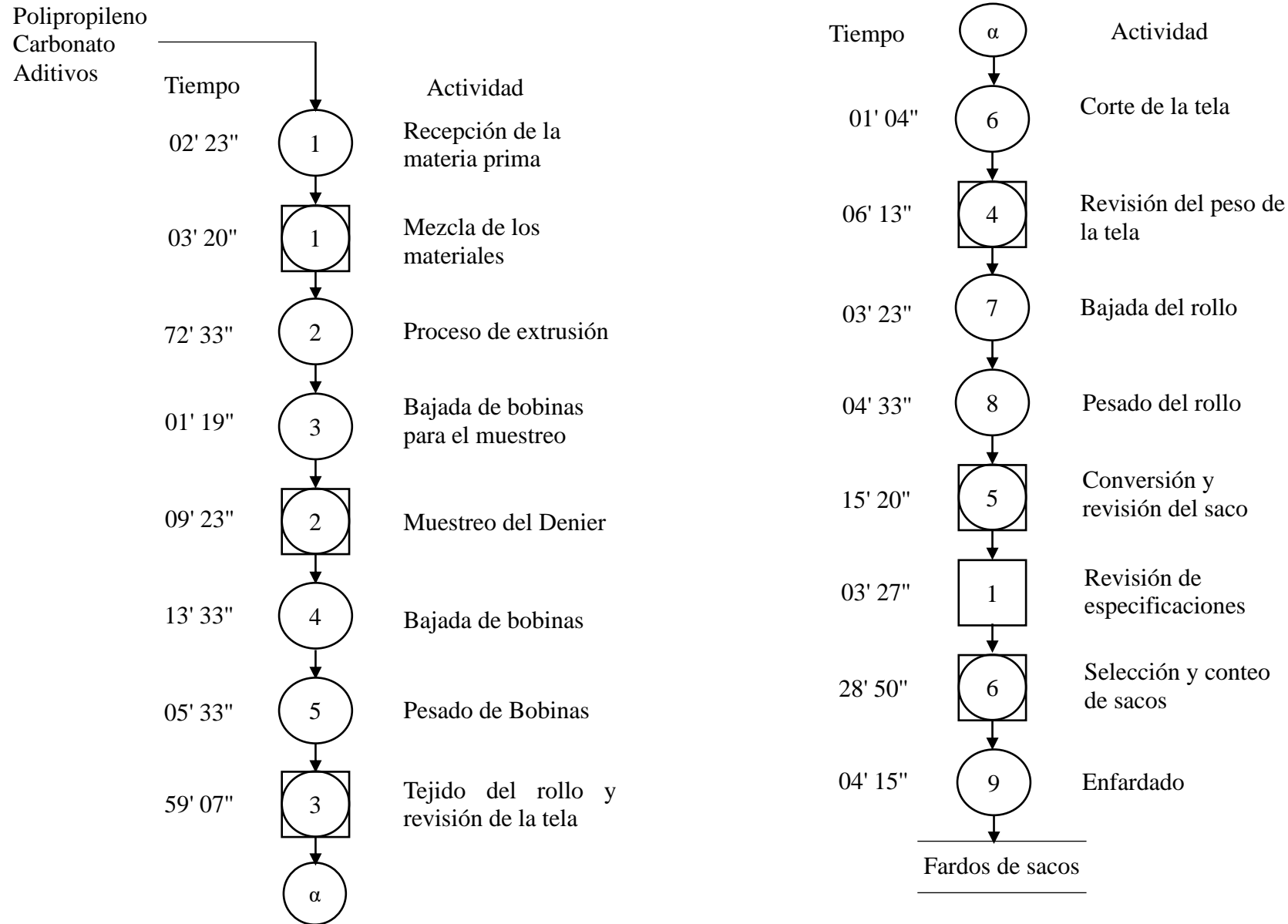


Figura 20: Diagrama operaciones del proceso de producción de saco blanco tejido




• **Diagrama de Operaciones del proceso de producción para la obtención del saco negro tejido.**

En la figura 21 se muestra la secuencia de operaciones y el tiempo requerido de cada una para la obtención del saco negro tejido de 27 x 56,5 (pulg) con un peso de 100 g.

Cabe recalcar que, para el estudio de tiempos, se realizó un estudio preliminar del proceso de producción de sacos de polipropileno registrando 2 muestras del ciclo observado, los cuales han sido cronometrados durante una jornada laboral, siendo un total de 243,90 min equivalente a 4,07 h para la elaboración de 895 sacos.

El tamaño de muestra se definió según la guía de General Electric, como nuestro ciclo es de 243,90 min se realizó 3 muestras en diferentes horas en un día. En la tabla 33 se muestra el cuadro resumen en la elaboración del saco negro tejido dando como resultado seis operaciones combinadas, nueve operaciones y una inspección.

Tabla 33: Cuadro resumen del diagrama de operaciones - saco negro tejido

RESUMEN DE ACTIVIDADES			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
	Operación	10	114,80
	Operación -inspección	6	125,93
	Inspección	1	3,17
TOTAL			243,90

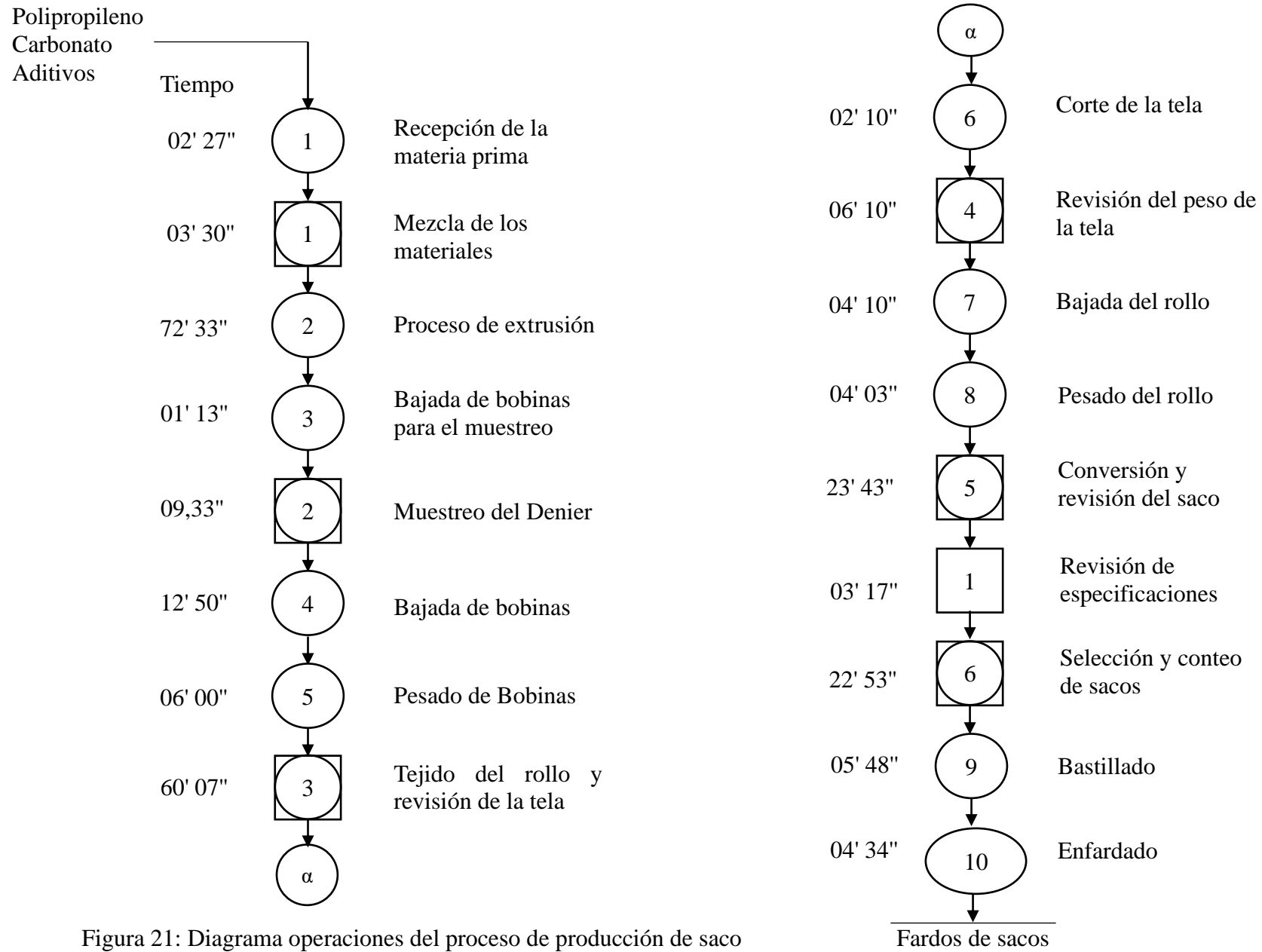


Figura 21: Diagrama operaciones del proceso de producción de saco negro tejido

3.2.6.4. Diagrama de análisis del proceso de producción para todo tipo de saco pp

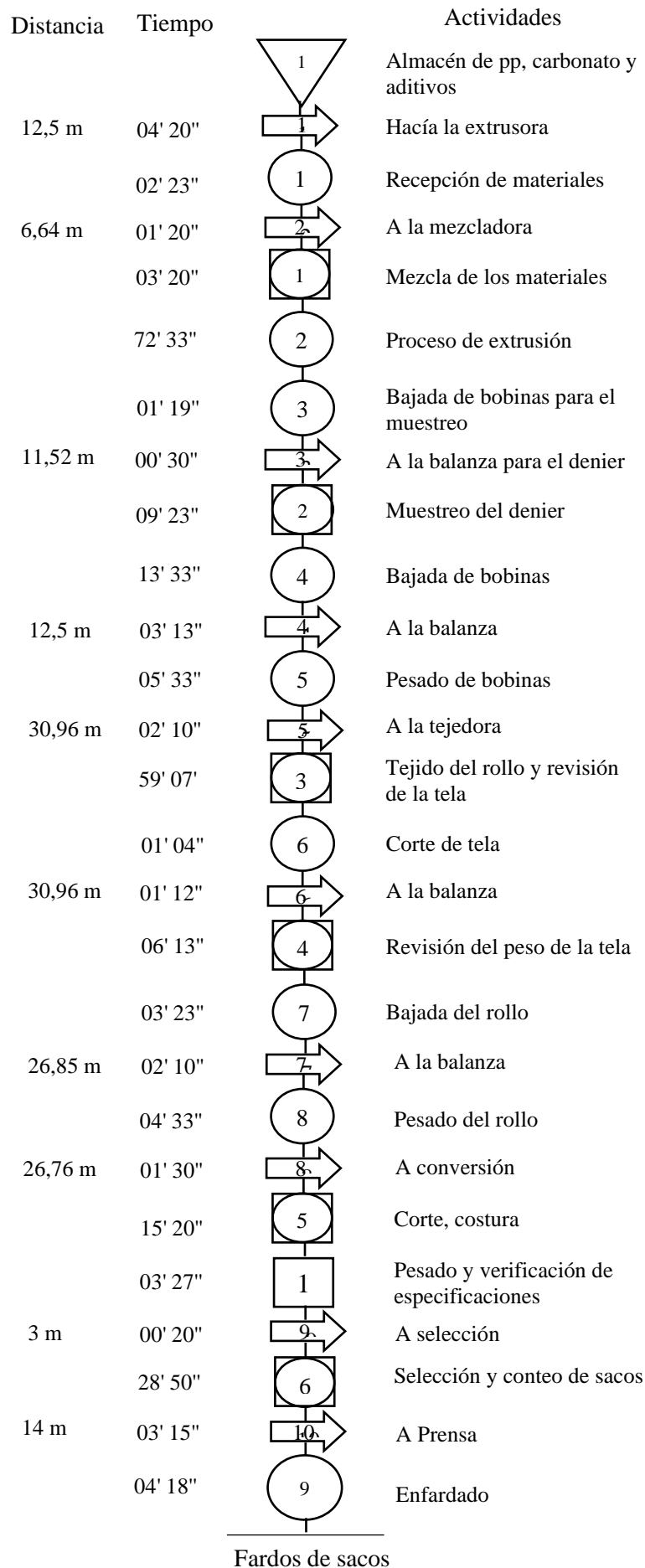







Figura 22: Diagrama de análisis del proceso de producción de sacos de pp

Tabla 34: Cuadro resumen del diagrama de análisis de procesos

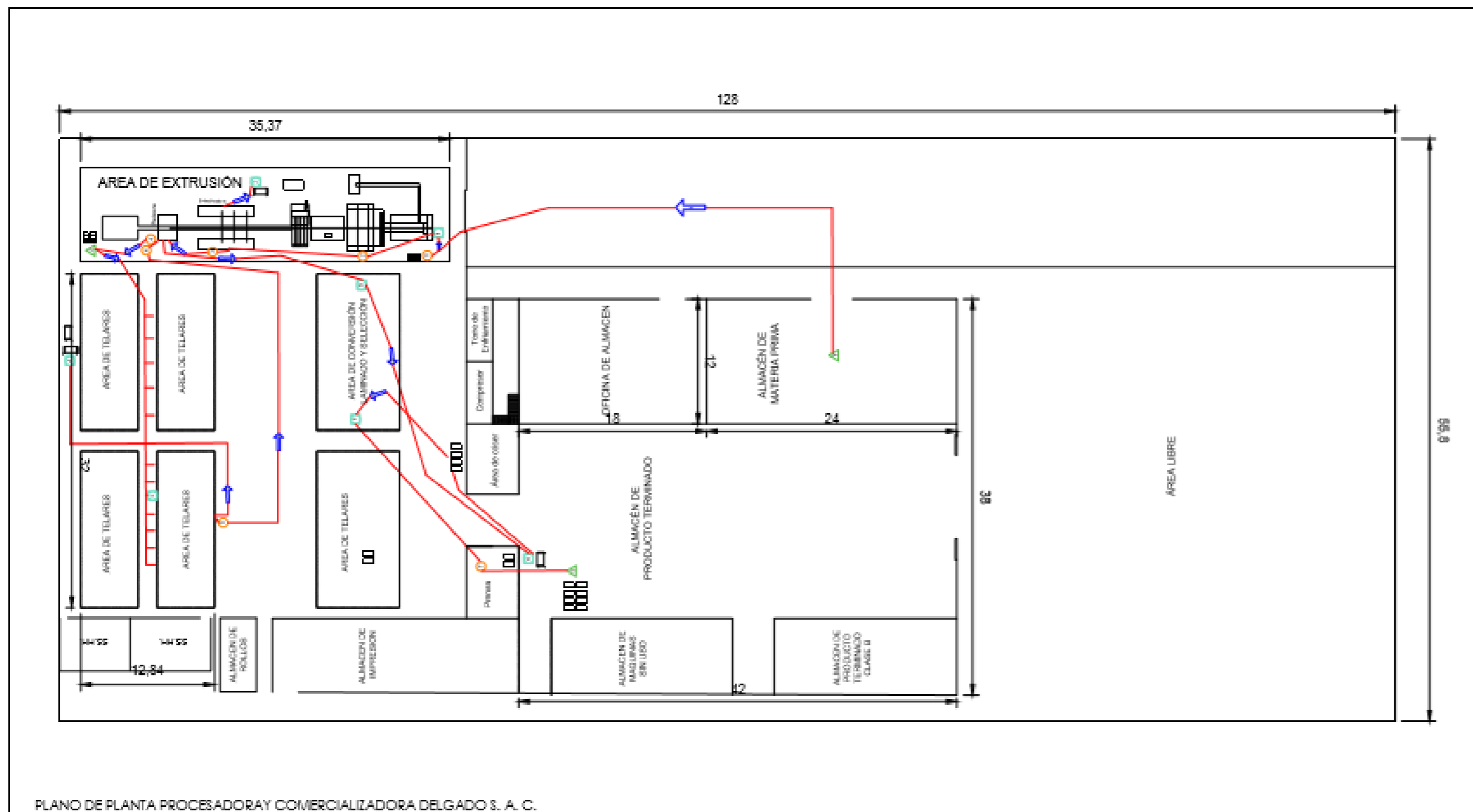
RESUMEN DE ACTIVIDADES				
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
	Almacén	1	-	-
	Operación	9	108,60	-
	Operación combinada	6	122,22	-
	Inspección	1	3,27	-
	Transporte	10	20,00	175,69
TOTAL		27	254,09	175,69

En la figura 22 se muestra los tiempos promedios para cada una de las actividades y transporte durante el proceso de producción de sacos, siendo estas: 9 operaciones con un tiempo de 108,60 minutos, 6 operaciones combinadas con un tiempo de 122,22 min, 1 inspección con un tiempo de 3,27 minutos, 10 transporte con un tiempo de 20 minutos y un almacenamiento. Como se puede apreciar en la tabla 34, el tiempo promedio total fue de 254,09 minutos con una distancia de 175,69 m.

De tal forma se determinó las actividades productivas e improductivas del proceso de producción, las cuales son:

$$\% \text{ Activ. Productivas} = \left(\frac{108,60 + 122,22 + 3,27}{108,60 + 122,22 + 3,27 + 20} \right) \times 100 = 92\%$$

3.2.6.5. Diagrama de recorrido H-M



TEMA: PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN LA EMPRESA PROCODE S. A. C.	EMPRESA: PROCODE S. A. C. TÍTULO: DIAGRAMA DE RECORRIDO	UBICACIÓN: CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM. 776 DISTRITO: JOSÉ LEONARDO ORTIZ	PROVINCIA: CHICLAYO DEPARTAMENTO: LAMBAYEGUE	

Figura 23: Diagrama de recorrido H-M

3.2.7. Indicadores Actuales de producción y productividad

Para determinar los indicadores de producción y productividad se analizó el proceso de producción de sacos de polipropileno en las diferentes áreas que está conformado. Estos indicadores permitirán medir y conocer cómo se encuentra dicho proceso, las áreas analizadas se describen a continuación:

A) Producción:

- **Área de Extrusión:** La empresa cuenta con dos extrusora una de marca Hua – Shen china y una Starlinger, por lo que solo una de ellas (Hua Shen-china) se encuentra en funcionamiento. En la tabla 35 se detalla la producción de cinta extruida del año 2018, siendo mayo, julio y agosto los meses con la mayor producción, así mismo en la tabla 36 se muestra la producción promedio por hora y por mes. El horario de trabajo es de 11h/ turno en el cual 1 hora es tomada de refrigerio, trabajan dos turnos al día y 6 días a la semana.

Tabla 35: Producción mensual de cinta extruida - 2018

Meses	Cinta Extruida (kg)
Enero	41 116,43
Marzo	24 396,10
Abril	64 434,62
Mayo	72 912,89
Junio	68 599,55
Julio	72 120,53
Agosto	49 750,24
Septiembre	37 864,27
Octubre	63 549,05
Noviembre	73 293,36
Diciembre	37 237,90
TOTAL	605 274,94

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 36: Producción de cinta extruida por hora y mes - 2018

Descripción	Cantidad
Producción promedio (mes)	63 650,14 kg
Producción promedio (turno)	1 326 kg
Producción promedio (h)	105,9 kg

Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Área de Telares:** esta área cuenta con 14 máquinas tejedoras, de diferente marcas y antigüedad por lo que la producción varía según el tipo de máquina que esté en funcionamiento. En la tabla 37 se detalla la cantidad de metros producidos en el año 2018, siendo mayo y agosto los meses con mayor producción. Así mismo en la tabla 38 se detalla la cantidad de máquinas, la velocidad y la producción real promedio de cada una de estas.

Tabla 37: Producción de metros - 2018

Meses	Metros
Enero	411 673
Marzo	263 295
Abril	529 383
Mayo	808 927
Junio	708 208
Julio	657 707
Agosto	780 196
Septiembre	454 521
Octubre	657 228
Noviembre	598 765
Diciembre	541 236
TOTAL	6 411 139

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 38: Producción de metros por turno

Telares	Cantidad	Velocidad m/min	Producción real promedio por máquina (m/turno)
China	1 - 4	600	900
China	5 - 8	720	1 200
Lohia	9 - 14	850	1 300

Fuente: PROCODE S.A.C.

B) Productividad

- **Productividad de materiales**

Para la producción de 1155 sacos promedio por turno de 22,5 x 37,5 (pulg) con un peso de 56g, se necesita tejer 1100 m, esto equivale a 64,7 kg de cinta. A partir de ello se determinó la productividad de materiales por turno, dando como resultado que por cada kilogramo de materia prima se obtiene 17 sacos.

$$P. \text{ materiales} = \frac{1155 \text{ sacos}}{64,7\text{kg}} = 17,85 \text{ unid/kg}$$

- **Productividad de mano de obra**

- **Extrusión:** para determinar la productividad de mano de obra en esta etapa, se tuvo que analizar la producción por turno y la cantidad de operarios como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\textit{Productividad Laboral} = \frac{1326\text{kg}}{2 \text{ op} \times 12\text{h}} = 55,25 \frac{\text{kg}}{\text{op} - \text{h}}$$

- **Telares:** de igual manera en la tabla 39 se muestra la productividad laboral por máquina en un turno.

Tabla 39:Productividad laboral por máquina

TELARES	Operario	Producción real promedio (m)	Productividad laboral (m/h-hombre)
1 – 5	2	900	37,5
6 – 8	2	1 200	50
9 – 14	2	1 300	54,16

Fuente: PROCODE S.A.C.

C) Capacidad

- **Capacidad diseñada de la planta**

Para poder determinar la capacidad diseñada de la planta, primero se tuvo que identificar el cuello de botella en el proceso de producción de sacos de polipropileno, siendo esta la máquina extrusora por lo que se tomó en cuenta su capacidad en condiciones ideales. La jornada laboral de la empresa es de 12h por turno, siendo 2 turnos al día. En la tabla 40 se muestra la capacidad diseñada de la planta en diferentes unidades.

Tabla 40:Capacidad diseñada de la planta

Capacidad Diseñada (m/min)	Capacidad Diseñada (m/h)	Capacidad Diseñada (m/día)
200	12 000	288 000

Fuente: PROCODE S.A.C

- **Capacidad efectiva de la planta**

La capacidad efectiva de la planta, como se muestra en la tabla 41, es la producción que se espera alcanzar considerando las restricciones típicas que se dan durante la jornada laboral, las cuales pueden ser: mantenimiento, errores en los trabajadores, etc.

Tabla 41. Capacidad efectiva

Capacidad Efectiva (m/min)	Capacidad Efectiva (m/h)	Capacidad Efectiva (m/día)
180	10 800	259 200

Fuente: PROCODE S.A.C

- **Capacidad real de la planta**

La capacidad real de la empresa es la que se espera llegar considerando sus limitaciones durante su proceso de producción. En la tabla 42 se observa la capacidad real teniendo en cuenta los dos turnos cada uno de 12h durante un día siendo 218 880 m por día de la planta.

Tabla 42: Capacidad real de la planta

Capacidad Real (m/min)	Capacidad Real (m/h)	Capacidad Real (m/día)
152	9 120	218 880

Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Capacidad Utilizada de la planta**

La capacidad utilizada de la planta es el grado de empleo que representa la producción real frente a la capacidad de diseño como porcentaje. Por lo que la utilización del proceso de producción de sacos es:

$$Utilizacion = \frac{218\,880 \frac{m}{día}}{288\,000 \frac{m}{día}} \times 100 = 76\%$$

D) Eficiencia

- **Eficiencia Física:**

Se determinó la eficiencia física de la cinta extruida en el año 2018, en la tabla 43 se muestra las cantidades producidas de cinta y el consumo de materiales para la elaboración de estas. Cabe recalcar que el límite máximo permitido por la

empresa es del 2%, por lo que los meses de abril, agosto, septiembre y noviembre se encuentran dentro límite permitido, mientras que los demás meses superan en promedio el 2%.

Tabla 43. Eficiencia física de la MP

Meses	Cinta Extruida (kg)	Consumo de MP (kg)	Eficiencia Física
Enero	41 116,43	42 594,5	0,965
Febrero	---	---	---
Marzo	24 396,10	25 412,61	0,960
Abril	64 434,62	65 100,40	0,990
Mayo	72 912,89	75 328,42	0,968
Junio	68 599,55	71 003,55	0,966
Julio	72 120,53	74 495,40	0,968
Agosto	49 750,24	50 996,96	0,976
Septiembre	37 864,27	38 601,05	0,981
Octubre	63 549,05	65 245,43	0,974
Noviembre	73 293,36	74 789,15	0,980
Diciembre	37 237,90	38 789,48	0,960
TOTAL	605 274,94	622 356,87	0,973

Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Eficiencia de la planta**

La eficiencia se determinó en relación a la capacidad efectiva y real de la planta, con el propósito de definir qué tan eficiente es nuestro proceso en el uso de los recursos.

$$Eficiencia = \frac{218\,880 \frac{m}{día}}{259\,200 \frac{m}{día}} \times 100 = 84\%$$

- **Eficiencia económica**

Es el beneficio que se obtiene por la producción de una cantidad de productos con respecto a lo que costo producirlo. Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$E. Económica = \frac{PV \times Cantidad \ de \ PT}{Materiales \ x \ Costos}$$

$$E. Económica = \frac{1\,155 \times 0,55}{460,59 \ soles} = 1,34$$

La empresa PROCODE S.A.C por la venta de cada saco tiene una utilidad de S/0,34 céntimos.

E) Desperdicios de producto terminado

Los desperdicios de producto terminado son sacos defectuosos que no cumplen con alguna característica según su especificación establecida, por ejemplo: peso, tejido, color, etc. Esto se debe a la cinta utilizada y son vendidos a otros clientes por kilogramo.

$$\% \text{ sacos tipo B} = \frac{\text{Sacos Tipo B}}{\text{Total de sacos producidos}}$$

Por lo tanto, el % de sacos tipo B para el año 2017 son:

$$\% \text{ sacos tipo B}_{2017} = \frac{684\,195 \text{ unidades}}{11\,155\,688 \text{ unidades}} = 6,1\%$$

Los 6,1% representan la cantidad de sacos defectuosos con respecto al total de sacos producidos, cabe mencionar que el límite permitido por la empresa es del 2%, por lo que 4,1% son pérdidas económicas para la misma.

De igual manera se determinó el % de sacos tipo B (blanco tejido, negro tejido: pesquero y cosechero) para el año 2018 son:

$$\% \text{ Blanco tejido tipo B}_{2018} = \frac{109\,660 \text{ unidades}}{1\,718\,978 \text{ unidades}} = 6,4 \%$$

$$\% \text{ Cosechero tipo B}_{2018} = \frac{49\,768 \text{ unidades}}{797\,336 \text{ unidades}} = 6,2 \%$$

$$\% \text{ Cosechero tipo B}_{2018} = \frac{47\,520 \text{ unidades}}{816\,536 \text{ unidades}} = 5,8\%$$

Los % de sacos tipo B para los principales productos de se encuentran por encima del límite permitido por la empresa.

F) Pérdidas Económicas

Las pérdidas económicas durante el proceso de producción de sacos de polipropileno se deben a la composición de mezcla de materiales, las mermas generadas en la etapa de extrusión y la alta cantidad de sacos de clase B, en donde estos se encuentran por encima del límite permitido de la empresa siendo 2%.

- **Merms – extrusión**

Del total de las merms que se genera en la etapa de extrusión, la empresa solo asume el 2%, por lo que lo restante es una pérdida económica para sus ingresos. En la tabla 44 se muestra la cantidad de merms que no asume la empresa en el año 2018, así mismo la cantidad de kg que representa cada material en la composición de la mezcla y el costo que se genera, siendo un total de 33 222,67 soles.

Tabla 44. Pérdida económica - extrusión

Merma kg	PP kg	Carbo nato kg	Master batch kg	Ayuda de proceso kg	UV kg	Costo (S/.)
5 306,25	4 828,69	318,38	159,19	1,33	1,33	S/ 33 222,67

Cabe mencionar que la merma es vendida por kg a S/ 3,4; entonces la pérdida económica para la empresa será la diferencia de costo total menos el ingreso que genera esta merma.

$$\text{Pérdida Económica} = \text{S/ 33 222,67} - \text{S/ 18 041,25} = \text{S/ 15 181,42}$$

- **Merms – Sacos terminados**

Estos sacos terminados son los que no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas por los clientes y son vendidos por kg. De tal forma esto repercute en el ingreso de la empresa debido a que no se percibe el beneficio según su precio de venta por unidad. En la tabla 45 se muestra el tipo de saco, el % de sacos terminados y las cantidades en soles que no asume la empresa, esto debido a que la cantidad de sacos terminados con defectos se encuentran por encima del 2%.

Tabla 45. Pérdida económica de sacos terminados

Tipo de Saco	% Sacos Terminados	Cantidad (unidad)	Monto (S/.)
Blanco Tejido	6,4	75 280,44	S/30 834,87
Cosechero	6,2	33 821,28	S/14 746,08
Pesquero	5,8	31 189,85	S/14 908,75
TOTAL			S/60 489,70

- **La composición de la mezcla de materiales**

Utilizando la composición establecida actualmente, la empresa presenta elevados costos de materiales. En la tabla 46 se muestra las proporciones requeridas para cada material de la mezcla en base al consumo de materia prima del año 2018, siendo un total de 622 356,87 kg.

Tabla 46. Costos según la composición de la mezcla

DESCRIPCION	Proporciones	Cantidad (kg)	Costo S/.
MP	0,913 %	568 211,82	S/ 3 543 937,14
Carbonato	0,073 %	45 432,05	S/ 145 428,01
masterbatch	0,014 %	8 713	S/ 112 711,32
Ayuda de proceso	50 g/100 kg	155,58	S/ 1 134,71
Estabilizador UV	50 g/100 kg	155,58	S/ 2 120,53
TOTAL			S/ 3 805 331,69

G) Tiempo promedio de producción

Los tiempos promedios de producción se calcularon para la fabricación de 1155 sacos durante una jornada laboral utilizando el método de General Electric. El saco que se determinó para la medición de tiempos fue el de 22,5 x 37,5 con un peso de 56g. En la tabla 47 se muestra el tiempo total de 230,94 minutos equivalente a 3,85 horas para fabricar 1155 sacos.

H) Cuello de botella:

El cuello de botella es el que limita a todas las actividades y etapas del proceso de producción. En la fabricación de sacos se identificó el cuello de botella siendo la etapa de extrusión, ya que es la que proporciona las cintas para el área de tejido en donde se obtiene la tela del saco. Sí la extrusora no proporciona las cintas suficientes para dicha área, éstas tenderán a parar por falta de material.

Tabla 47: Tiempo promedio de producción

Actividad	Tiempo (min)
Recepción de la mp	2,23
Mezclado	3,20
Extrusión	72,33
Bajada de bobinas para el muestreo	1,19
Muestro del Denier	9,23
Bajada de bobinas	13,33
Pesado de bobinas	5,33
Tejido	59,07
Corte de tela	1,40
Revisión del peso de la tela en el rollo	6,13
Bajada del rollo	3,23
Pesado del rollo	4,33
Conversión y revisión del saco	15,20
Pesado y verificación del peso	3,27
Selección y conteo de sacos	28,50
Enfardado	4,15
TOTAL	234,09

I) Resumen de Indicadores antes de la propuesta

En la tabla 48 se observa el cuadro resumen de indicadores que se tendrán en cuenta para evaluar el desempeño de la propuesta a aplicar y analizar el resultado de cada una.

Tabla 48. Indicadores antes de la propuesta

Indicadores de producción y productividad		
Producción	Extrusión	105,91 kg
		900 metros
	Telares	1 200 metros
		1 300 metros
Productividad de materiales		17,85 unid/kg
Productividad de mano de obra	Extrusión	55,25 kg / op - h
		37,5 m / op -h
	Telares	50 m / op - h
		54,16 m / op - h
Capacidad Diseñada		12 000 m/h
Capacidad Efectiva		10 800 m/h
Capacidad Real		9 120 m/h
Capacidad Utilizada		76 %
Eficiencia Física		96,6%
Eficiencia de la planta		84%
Eficiencia económica		0,34 soles/saco
Producción de sacos tipo B	Blanco	6,4 %
	Tejido	
	Cosechero	6,2 %
	Pesquero	5,8 %

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION Y SUS CAUSAS

Para la identificación de las principales causas que generan las pérdidas económicas se realizó el diagrama de Ishikawa como se muestra en la figura 24, así mismo se determinó los principales problemas del proceso de producción y su posible solución. Posteriormente se realizó la matriz de operacionalización con la finalidad de orientar la investigación dada.

3.3.1. Análisis y evaluación de la información del proceso

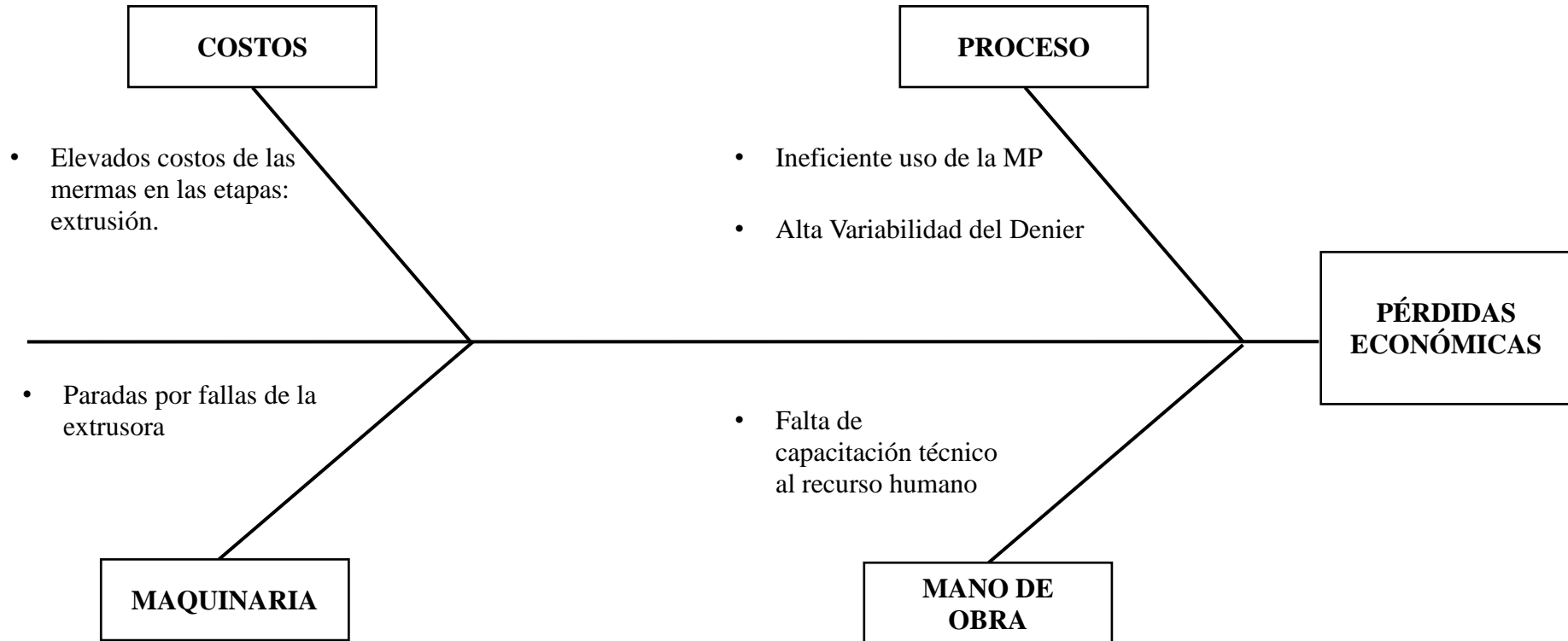


Figura 24: Diagrama de Ishikawa

Fuente: PROCODE S.A.C.

3.3.2. Problemas y causas en el proceso de producción

En función al diagnóstico realizado se determinaron los diferentes problemas que presenta el proceso de producción. En la tabla 49 se muestra los problemas identificados, las causas y las posibles propuestas de solución para reducir las pérdidas económicas.

Tabla 49: Identificación de problemas, causas y posibles soluciones

PROBLEMA	CAUSAS	POSIBLE SOLUCIN
Exceso de mermas en la etapa de extrusión	-Paradas por fallas de la extrusora.	Elaborar un plan de mantenimiento preventivo
	-Variabilidad en los parámetros de control de la extrusora (R.E, velocidad, espesor, tenacidad)	-Realizar una evaluación técnica y selección de instrumentos de control. - Capacitación de los operarios
Variabilidad del denier	-Combinación de materiales de mezcla inadecuada	Incorporar y validar el empleo de la nueva composición en la mezcla de materiales
	-Inadecuado método de muestreo.	-Proponer la implementación de la variable Tex. -Capacitación de los operarios

3.3.3. Instrumento de orientación de Enfoque de investigación

Tabla 50. Matriz de Consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO						
TITULO: Propuesta de mejora del proceso de producción de sacos de polipropileno para la disminución de pérdidas económicas en la empresa PROCODE S.A.C.						
¿Mejorando el proceso de producción en la empresa PROCODE SAC se reducirá las pérdidas económicas?						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSA	METODOLOGÍA	TÉCNICA/ HERRAMIENTA	LOGROS	INDICADORES
PRODUCCIÓN	PÉRDIDAS ECONÓMICAS	MAQUINARIA: -Paradas por fallas extrusora	Mantenimiento Preventivo	Programa de mantenimiento preventivo	Incrementar el tiempo de operatividad sin fallas	MTBF = N° total de operación / N ° de paradas o fallas
					Disminuir el tiempo de reparación de la máquina	MTTR= Tiempo total de reparación/ N° de fallas
					Incrementar la disponibilidad de funcionamiento de la máquina	Disponibilidad = ((N° de horas laborables del mes - paradas programadas) - mantenimiento correctivo) / N° de horas laborales del mes
		PROCESO: -Variabilidad en los parámetros de control de la extrusora -Variabilidad del denier	Evaluación Técnica de instrumentos	Matriz de enfrentamiento	Control de los parámetros de la extrusora	-Razón del Estiraje (R.E) -Espesor -Peso -Ancho
						Herramientas de control y calidad
		MANO DE OBRA: -Falta de capacitación al recurso humano	Gestión de Personas	Reportes de Capacitación	Personal eficiente	Productividad de M.O= salida útil del producto / operarios Δ Productividad de M.O= ((Productividad de M.O actual - productividad de M.O base) / productividad de M.O base)*100
COSTOS: -Elevados costos de las mermas en las etapas de extrusión y telares	Costos Industriales	Indicadores Económicos	Reducir los costos de las mermas generadas	Costos de mermas= Costos totales de mermas/ Ingreso de ventas		

3.3.4. Identificación de problemas dentro del proceso productivo

A. Problema de Producción I: Exceso de mermas en la etapa de extrusión

La cantidad de mermas que se genera en la etapa de extrusión está por encima de lo permitido que asume la empresa, siendo este el 2% como máximo. En la tabla 51 se muestra el límite permitido por la empresa en la eficiencia física de los materiales, siendo los meses de abril, agosto, septiembre y noviembre los que se encuentran por debajo del límite máximo permitido.

Tabla 51: Límite permitido por la empresa – año 2018

Meses	Eficiencia Física	Límite permitido	Por encima del límite
Enero	0,96	2%	1,5%
Febrero	-	-	-
Marzo	0,96	2%	2%
Abril	0,99	2%	-
Mayo	0,96	2%	1,2%
Junio	0,96	2%	1,4%
Julio	0,96	2%	1,2%
Agosto	0,98	2%	-
Septiembre	0,98	2%	-
Octubre	0,97	2%	1%
Noviembre	0,98	2%	-
Diciembre	0,96	2%	2%

Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Las causas posibles**

Una de las causas que origina este problema durante el proceso de extrusión se debe a que no existe control de los rodillos de entrada (ya sea por mantenimiento), esto genera que la película proveniente del cabezal no se pueda adherir de manera correcta, lo cual ocasiona inestabilidad de esta y se produzca mermas, así mismo el deficiente control en los parámetros requeridos del proceso los cuales son: velocidad, espesor, tenacidad y razón del estiraje (R.E).

Otra causa identificada se debe al mantenimiento correctivo que se le da a la extrusora, por lo que esto ocasiona que, al poner en marcha la máquina nuevamente por cada parada no programada, esta tienda a generar mermas como película, purga y cinta. La cantidad de horas por falla y avería (Ver tabla 27) de

dicha máquina es de un total de 95,58 horas durante 8 meses equivalente a 10,24 t que se han dejado de producir. Cabe recalcar que estas fallas identificadas afectan directamente a la velocidad de la máquina, teniendo está a disminuir.

B. Variabilidad del Denier

En la producción de cintas extruida de polipropileno para el tejido de sacos, existe una alta variabilidad del peso (denier). El peso (g) de las cintas tiene que oscilar según lo que se está produciendo ya sea cinta liviana o pesada, por ejemplo, en la producción de cinta liviana deberá oscilar el denier entre 6,60 – 6,80 g y sí es pesada deberá oscilar de 8,80 – 9,00 g para obtener cintas que cumplan con los requisitos y que no exista problemas en el tejido de los sacos. En la tabla 52 se muestra los límites de tolerancia o diseño que en este caso es el rango en el cual se deben producir las cintas y así mismo se enseña los límites naturales del proceso los cuales son 7,40 y 6,40, estos límites representan el rango en el cual se está produciendo realmente las cintas, los datos estudiados son las bobinas muestreadas de los meses de marzo a diciembre del 2018. Así mismo se realizó la gráfica de la media y del rango (Ver Anexos 10 – 17) para estudiar el comportamiento de las muestras en los meses ya mencionados.

Tabla 52: Límites de tolerancia y proceso - 2018

Meses	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC
Límites de control												
Límite de tolerancia de diseño	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60
Límite de natural del proceso	7,14	6,77	6,40	7,10	6,75	6,40	7,10	6,74	6,37	7,12	6,75	6,34

*LSC: Límite superior de control

*LC: Límite Central

*LIC: Límite inferior de control

Así mismo se evaluó los límites naturales del proceso en que se está produciendo la cinta extruida en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre como se muestra en las tablas 53 y 54, así mismo se realizó las gráficas de la media y rango para dichos meses (Ver anexo 12 – 17) con el propósito de

analizar el comportamiento de las muestras con respecto a los límites naturales del proceso y que puntos se encuentran fuera de control.

Tabla 53: Límites de tolerancia y proceso de julio, agosto y septiembre 2018

Meses	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE		
Límites de control	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC
Límite de tolerancia de diseño	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60
Límite de natural del proceso	7,08	6,70	6,32	7,08	6,71	6,31	7,09	6,71	6,34

Tabla 54. Límites de tolerancia y proceso de octubre, noviembre y diciembre 2018

Meses	OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
Límites de control	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC	LSC	LC	LIC
Límite de tolerancia de diseño	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60	6,80	6,70	6,60
Límite de natural del proceso	7,16	6,74	6,32	7,17	6,86	6,54	6,87	6,56	6,25

Posteriormente se determinó la desviación estándar del mes de abril para luego hallar el Cp recalculando los límites de control (Superior e inferior) excluyendo las muestras que se encuentran fuera de control. El Cp será un indicador que nos permitirá evaluar si nuestro proceso tiene la capacidad de producir cintas de calidad. Entonces con $n = 12 = 3,258$ y promedio de rango de 1,36.

$$\sigma = \frac{R}{d2} = \frac{1,36}{3,258} = 0,417$$

Esta desviación estándar nos indica la alta variabilidad en el proceso. Determinando el CP será:

$$Cp = \frac{LST - LIT}{3\sigma} = \frac{6,80 - 6,60}{3(0,417)} = 0,079$$

Entonces si el Cp es menor que 1, el proceso no es capaz, por lo tanto, el proceso de extruir las cintas de polipropileno no es capaz para producir cintas de calidad.

En la tabla 55 se determinó la desviación estándar y el Cp de los meses ya mencionados utilizando el mismo método que se realizó para el mes de abril.

Tabla 55: Desviación estándar y Cp de los meses estudiados

DESCRIPCION	MESES - 2018							
	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Desviación estándar	0,42	0,35	0,36	0,39	0,37	0,42	0,31	0,31
Cp	0,078	0,092	0,09	0,075	0,077	0,068	0,092	0,093

- **Las causas posibles:**

Para determinar las causas del problema ya mencionado, se han identificado las siguientes: el método que utilizan para muestrear el deniers y la deficiente calibración de la matriz. Otra causa identificada fue que no se controla de manera eficiente las variables de la extrusora debido a que no existe instrumentos de medición.

Así mismo otro motivo que afecta la variabilidad del denier son las proporciones de los diferentes materiales que se tienen que mezclar para la producción de cinta extruida.

3.4. PRIORIZACIÓN DE FACTORES – MEJORAS

Se realizó una matriz de factores ponderados en donde se compara las causas del problema. Esta herramienta permitirá determinar la ponderación según la importancia de cada una de estas, en la tabla 56 se muestra la matriz ya antes mencionada, considerando todas las causas identificadas con su respectiva ponderación.

Tabla 56. Matriz de ponderación de las causas identificadas

FACTORES DE PRIORIZACIÓN	A	B	C	D	E	TOTAL	PONDERACIÓN
A		1	0	1	1	3	30%
B	0		1	1	1	3	30%
C	1	0		0	1	2	20%
D	0	0	1		0	1	10%
E	0	0	0	1		1	10%
TOTAL						10	100%

Siendo:

A: Falta de mantenimiento preventivo – Extrusora

B: Paradas por fallas – Extrusora

C: Variabilidad en los parámetros en la etapa de extrusión

D: Combinación de materiales de mezcla inadecuada

E: Inadecuado método de muestreo

Por lo tanto, en la tabla 57, la causa que tiene mayor impacto en el problema es la falta de mantenimiento preventivo y las paradas por fallas en la etapa de extrusión, seguida de la variabilidad en los parámetros del proceso.

Posteriormente se realizó la matriz de enfrentamiento entre las causas (filas) y las propuestas de mejora planteadas (columnas) como se observa en la tabla 58, con el propósito de determinar que técnica es la que se va aplicar primero en el desarrollo de la investigación. Para realizar la matriz se tiene que considerar la ponderación de cada una de las causas y la escala de importancia para obtener una puntuación.

En la tabla 57 se observa la matriz de enfrentamiento entre las causas y las propuestas planteadas, siendo el plan de mantenimiento preventivo con el más alto puntaje para su realización, seguido de evaluar y seleccionar técnicamente los instrumentos de control, incorporar y validar el empleo de la nueva mezcla en la composición de los materiales.

Valor	Calificación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente

Tabla 57. Matriz de enfrentamiento

FACTORES	PONDERACION	G		H		I		J		K	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
A	30%	4	1.2	2	0.6	1	0.3	1	0.3	1	0.3
B	30%	4	1.2	1	0.3	1	0.3	1	0.3	1	0.3
C	20%	3	0.9	4	1.2	3	0.9	2	0.6	3	0.9
D	10%	1	0.3	3	0.9	3	0.9	4	1.2	2	0.6
E	10%	1	0.3	2	0.6	3	0.9	2	0.6	2	0.6
TOTAL			3.9		3.6		3.3		3		2.7

Siendo:

G: Plan de mantenimiento preventivo

H: Evaluación técnica y selección de instrumentos de control

I: Incorporar y validar el empleo de la nueva mezcla en la composición de los materiales

J: Proponer la implementación de la variable Tex

K: Capacitación de los operarios

3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.5.1. Propuesta de Mejora I: Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en la extrusora

La empresa PROCODE S.A.C no realiza un mantenimiento preventivo por lo que esto le genera paradas por fallas durante su jornada laboral, cabe recalcar que cada parada de esta máquina produce mermas tales como: cintas mal embobinadas que luego serán cortadas de las bobinas, cintas que pasan por la portacuchillas hasta los rodillos de salida y la película que queda en los rodillos de entrada.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo de la extrusora se basó en la metodología del RCM, considerando los siguientes pasos:

- Funciones y parámetros de funcionamiento de la máquina
- Fallas Funcionales
- Modos de falla
- Efectos de Falla
- Consecuencia de Falla
- Tareas Proactivas
- Acción para cada falla

Así mismo se tiene que tener en cuenta la hoja de información y la de decisión del RCM para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.

a) Descripción de la etapa de extrusión

Esta etapa es la más importante del proceso de producción de sacos de polipropileno ya que tiene como función producir las cintas que se utilizaran para el tejido del saco.

b) Componentes de la etapa de extrusión

- **Extrusora**

En la tabla 58 se muestra las partes que conforman la extrusora, así mismo las funciones de cada una de ellas.

Tabla 58. Partes de la extrusora

PARTES	FUNCIONES
Tablero de control	Controla los parámetros de temperatura y eléctricos de la máquina
Mezclador	Mezcla los materiales mediante un tornillo (pp , carbonato y aditivos)
Motor C.A. 75 kW	Genera la fuerza de movimiento para mover el husillo
Caja reductora y variador de frecuencia	Controla la velocidad del tornillo
Rodamientos	Permite la rotación del tornillo
Tolva	Recepciona los materiales mezclados
Barril	Contiene el tornillo sin fin y las resistencias eléctricas
Sistema de calentamiento	Aporta la energía térmica para fundir los materiales mezclados, a través de 10 zonas (5 tornillo y 5 de la matriz)
Tornillo de la extrusora	Compacta la mezcla para la fusión de los materiales en las zona de fusión, planificación y mezclado
Malla de filtros	Filtra las impurezas que puedan generarse en la fusión de los materiales
Matriz	Moldea el material fundido para la obtención de láminas

- **Tanque de enfriamiento**

El material fundido sale por la boquilla y pasa por una malla, la cual sirve como filtro para retener las impurezas. Posteriormente pasar por la matriz a una temperatura de 220 °C, en donde la película cae y es enfriada en un tanque de enfriamiento a una temperatura de 40°C

- **Rodillos de entrada (arrastre inicial)**

La película que se encuentra en el tanque de enfriamiento es adherida a unos rodillos para transportarla a la zona de corte.

- **Zona de corte (Portacuchillas)**

La película proveniente del tanque de enfriamiento es cortada mediante unas cuchillas longitudinalmente, la cual tendrá un ancho inicial de 7.4 mm o 6.3 mm de acuerdo a la cinta que se va producir. En esta zona las cintas de los bordes son succionados y transportado por un tubo, donde son triturados por un molino y enviado a la tolva.

- **Horno**

La película cortada ingresa a un horno de aire caliente a una temperatura de 160 °C para darle la tenacidad adecuada.

- **Rodillos de salida (arrastre final)**

La cinta es estirada mediante unos rodillos a una velocidad determinada dando como resultado un ancho de 2.8 mm y 3.2 mm. Posee un motor de corriente alterna que es el que genera el movimiento mediante un sistema de transmisión de bandas y poleas.

- **Embobinadoras**

Las cintas pasan a las embobinadoras donde son devanadas en las canillas y se obtiene las bobinas.

3.5.1.1. Metodología RCM

Para el desarrollo del RCM, se realizó siguiendo los pasos antes ya mencionados de la siguiente manera:

- **Funciones y parámetros de funcionamiento de la máquina en su actual contexto operacional**

La extrusora trabaja las 24 h en dos turnos de forma continua, todos los componentes en esta etapa son relevantes, debido a que si falla algún componente antes descrito generara el paro de la producción.

La producción en esta etapa es de 105,9 kg por hora en donde se obtendrán las bobinas con un peso aproximadamente de 1,02 kg. La producción de las cintas depende del denier que se requiere para el tejido de los sacos, los denieres que más se producen son los de 6,60 – 6,80 g y 8,80 – 9,00g.

El tiempo del mantenimiento correctivo es extensa debido a que la empresa no está preparada ya sea en repuestos o técnicamente.

- **Fallas Funcionales**

Las fallas funcionales en la etapa de extrusión se establecieron a partir de las funciones de cada componente en esta etapa, por lo que se consideró todas las posibles fallas que no permitan que realice su funcionamiento correctamente. En la tabla 59 se muestra los códigos para cada una de las fallas funcionales de la etapa de extrusión

Tabla 59. Fallas funcionales de los componentes de extrusión

CODIGO	Falla funcional
A	Incapaz de producir cintas de pp
B	Matriz Obstruida
C	Falla en el molino triturador
D	Contactador pegado en el variador del motor
E	Medición de las resistencias eléctricas
F	Rodillos de entrada en mal estado
G	Manguera de agua de enfriamiento rota
H	Falla en el piñón del motor
I	Problemas en el calentamiento del horno

- **Modo de falla funcional**

Para identificar los modos de falla que generan las fallas funcionales antes ya mencionadas, se analizó el registro de paradas y mantenimiento que se realiza en la etapa de extrusión, así mismo se recopiló información de los operadores y encargados del mantenimiento.

a) Modos de falla para A

En la tabla 60 se muestra todos los modos de falla posibles por la cual no se podría producir cintas de polipropileno.

Tabla 60. Modos de falla para A

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
A1	Falla en el control de los parámetros de la extrusora
A2	La mezcla en el tornillo sin fin no se funde correctamente
A3	La extrusora no plastifica los materiales mezclados
A4	El material fundido no es de manera uniforme
A5	El tanque de enfriamiento no presenta el nivel de agua correspondiente
A6	Falla en la unidad de arrastre (rodillos de entrada)
A7	Falla en la portacuchillas
A8	La baja temperatura del horno no estira correctamente la cinta
A9	Los rodillos de salida tienen una alta vibración
A10	Las embobinadoras no son capaces de devanar las cintas

b) Modos de falla para B

Los modos de fallo que se determinaron para la falla funcional B, se muestran en la tabla 61.

Tabla 61. Modos de falla para B

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
B1	Alta cantidad de material en el dado
B2	Malla defectuosa
B3	Pernos mal ajustados
B4	No se purga la matriz

c) Modos de falla para C

En la tabla 62 se observa los modos de fallo que se identificaron para la falla funcional C.

Tabla 62. Modos de falla para C

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
C1	Falta de engrase a los rodamientos
C2	Limpieza a la cámara de trituración

d) Modos de falla para D

El modo de fallo que se identificó para la falla funcional D, fue que los contactos de cobren que se encuentran en el variador del motor se pegan.

e) Modos de falla para E

Los modos de fallo identificados para la falla funcional E se muestra en la tabla 63.

Tabla 63. Modos de falla para E

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
E1	Presencia de material pegado en los cables
E2	borneras en mal estado

f) Modos de falla para F

En la tabla 64 se muestra los modos de fallo identificados para la falla funcional F donde se encuentra la zona de arrastre de la lámina.

Tabla 64. Modos de falla para F

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
F1	Presencia de cinta adherida en el rodillo
F2	Goma del rodillo en mal estado

g) Modos de falla para G

Los principales modos de falla que se identificó para la falla funcional G, son los que se muestran en la tabla 65.

Tabla 65. Modos de falla para G

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
G1	Inadecuada posición de la manguera

h) Modos de falla para H

En la tabla 66 se observa los modos de falla que afectan directamente a la falla funcional H.

Tabla 66. Modos de falla para H

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
H1	Inadecuado ajuste de la cadena
H2	Falta de lubricación

i) Modos de falla para I

Los principales modos de falla que se identificó para la falla funcional I en la zona de calentamiento se muestran en la tabla 67.

Tabla 67. Modos de falla para I

CÓDIGO	MODOS DE FALLA
I1	Resistencias eléctricas antiguas
I2	El controlador de temperatura mal ajustado
I3	Presencia de cables pelados
I4	Borneras en mal estado

- **Efectos de modo de falla**

Los efectos fueron descritos en base a cada un modo de falla identificado, esta información fue recopilada por el personal de mantenimiento. A partir de ello se construyó la hoja de información de la etapa de extrusión.

- **Hoja de información de la etapa de extrusión**

La hoja de información de la etapa de extrusión se realizó en base a las funciones, falla funcional, modo de falla y los efectos que generan estos como se muestra en la tabla 68, respondiendo a las 4 primeras preguntas de la metodología RCM. Así mismo para cada modo de falla se colocó un código alfabéticamente.

Cabe mencionar que los eventos que generan mayor impacto en la producción de cintas de polipropileno para la empresa son: Matriz obstruida para la formación de láminas y problemas en el calentamiento del horno debido al estado de las resistencias eléctricas.

- **Consecuencia de falla**

Las consecuencias que se presentan debido a cada efecto que tiene los modos de falla en los últimos meses la empresa ha sufrido pérdidas económicas por aplicar el mantenimiento correctivo. Estos modos de falla han generado que en la etapa de extrusión existan paradas y que el estado de la máquina vaya deteriorándose.

- **Tareas proactivas**

Para poder prevenir las fallas funcionales identificadas se ha propuesto realizar diferentes tareas proactivas como se muestra en la tabla 70, con el propósito de reducir el tiempo de parada de la máquina.

- **Hoja de decisión de la etapa de extrusión**

Teniendo en cuenta las tareas proactivas se elaboró la hoja de decisión para la etapa de extrusión, determinando la frecuencia y el responsable para realizar dichas actividades como se muestra en la tabla 69. Para la elaboración de la hoja de decisión se analizó cada modo de fallo descrito anteriormente.

Tabla 68. Hoja de información de la etapa de extrusión

FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA
Producción de cintas de pp de 105 kg / h	Incapaz de producir cintas de pp	A1	Falla en el control de los parámetros de la extrusora	Producción de cintas defectuosas
		A2	La mezcla en el tornillo sin fin no se funde correctamente	Obstrucción en el dado y desgaste del tornillo
		A3	La extrusora no plastifica los materiales mezclados	Formación de lámina defectuosa
		A4	El material fundido no es de manera uniforme	Variación en el denier de las cintas
		A5	El tanque de enfriamiento no presenta el nivel de agua correspondiente	Película defectuosa por altas temperaturas
		A6	Falla en la unidad de arrastre (rodillos de entrada)	Variación en el ancho inicial
		A7	Falla en la portacuchillas	Variación en los cortes de la lámina
		A8	La baja temperatura del horno no estira correctamente la cinta	Reducción de la tenacidad de la cinta por falta de calentamiento
		A9	Los rodillos de salida tienen una alta vibración	Variación en el estiramiento de la cinta
		A10	Las embobinadoras no son capaces de devanar las cintas	Producción de bobinas defectuosas (mermas)
Moldea el material fundido para la obtención de láminas	Matriz Obstruida	B1	Alta cantidad de material en el dado	Película defectuosa
		B2	Malla defectuosa	Generación de huecos en la película (lámina)
		B3	Pernos mal ajustados	Variación en el flujo del material
		B4	No se purga la matriz	Presencia de microhuecos en la película
Triturar la cinta de la zona de corte	Falla en el molino triturador	C1	Falta de engrase a los rodamientos	Molino parado y generación de mermas
		C2	Limpieza a la cámara de trituración	Molino atascado
Establece o interrumpe la corriente eléctrica	Falla en el contactor del motor	D1	Los contactos de cobre se pegan	Variación en el manejo del variador del motor
Transformar la energía eléctrica a calorífica	Medición de las resistencias eléctricas	E1	Presencia de material pegado en los cables	Bajo calentamiento del horno
		E2	borneras en mal estado	Falso contacto eléctrico y parada de la maquinaria
Arrastrar la lámina a la zona de corte	Rodillos de entrada en mal estado	F1	Presencia de cinta adherida en el rodillo	Arrastre deficiente de la lámina
		F2	Goma del rodillo en mal estado	Variación en el denier de las cintas
Proporcionar agua al tanque de enfriamiento	Manguera de agua de enfriamiento rota	G1	Inadecuada posición de la manguera	Desgaste de la manguera
		G2	Erosión de la cubierta	No proporcionar agua al tanque de enfriamiento
Permite el movimiento de la cadena	Falla en el piñón del motor	H1	Inadecuado ajuste de la cadena	Cadena desgastada
		H2	Falta de lubricación	Piñón roto
Calentar la cinta para dar la tenacidad adecuada	Problemas en el calentamiento del horno	I1	Resistencias eléctricas antiguas	Baja temperatura de calentamiento
		I2	El controlador de temperatura mal ajustado	Variación en la medición presentada
		I3	Presencia de cables pelados	Horno apagado
		I4	Borneras en mal estado	Falso contacto eléctrico y parada de la maquinaria

Tabla 69. Hoja de decisión de la etapa de extrusión

HOJA DE DECISIÓN RCM							ÁREA: Producción								
							EQUIPO: Extrusora								
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	H6			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
1	A	A1	S	S	N	S	S						Inspeccionar y limpiar los contactos del plantel de control	Semanal	Mecánico
1		A2	S	N	N	S	S						Revisar las conexiones de las resistencias eléctricas conectadas al tablero de control	Semanal	Mecánico
1		A3	S	S	N	S	S						Ajustar los tornillos de la bornera de conexión para resistencia eléctrica	Semanal	Mecánico
1		A4	S	S	N	S	S						Revisar los pernos del cabezal por presencia de material	Quincenal	Operario
1		A5	S	N	N	S	S						Inspeccionar y limpiar el tanque de enfriamiento	Diario	Operario
1		A6	S	N	N	S	S						Revisar estado de la goma del rodillo y la presión que ejerce al film	Diario	Mecánico
1		A7	S	N	N	S	S						Inspeccionar el estado de las portacuchillas	Diario	Operario
1		A8	S	S	N	S	S						Revisar el estado de las resistencias eléctricas	6 meses	Electricista
1		A9	S	N	N	S	S						Inspeccionar las cadenas y la polea	semanal	Mecánico
1		A10	S	N	N	S	S						Revisar la frecuencia de los motores de las embobinadoras	Quincenal	Mecánico
1	B	B1	S	N	N	S	S						Limpieza del dado (cabezal)	diario	Operario
1		B2	S	N	N	S	S						Inspeccionar el estado de la malla	diario	Operario
1		B3	S	N	N	S	S						Ajustar los pernos de la matriz	diario	Operario
1		B4	S	N	N	S	S						Limpieza interna del cabezal	2 meses	Mecánico
1	C	C1	S	N	N	S	S						Engrasar los rodamientos	12 meses	mecánico
1		C2	S	N	N	S	S						Limpiar la cámara de trituración	1 mes	mecánico
1	D	D1	S	N	N	S	S						Cambiar los contactos	fallo	Mecánico
1	E	E1	S	N	N	S	S						Limpieza de los cables	diario	Operario
1		E2	S	N	N	S	S						Revisión del ajuste de las resistencias eléctricas	Mensual	Electricista
1	F	F1	S	S	N	S	S						Revisión y limpieza de rodillos	diario	operario
1		F2	S	N	N	S	S						Cambio de goma si es necesario	5 meses	Mecánico
1	G	G1	S	N	N	S	S						Limpieza e inspección de la manguera de abastecimiento	Semanal	Mecánico
1	H	H1	S	N	N	S	S						Inspeccionar las coronas dentadas	Mensual	Mecánico
1		H2	S	S	N	S	S						Revisar y lubricar cadena	Semanal	Mecánico
1	I	I1	S	S	N	S	S						Cambiar las resistencias si es necesario	Al fallo	Electricista
1		I2	S	N	N	S	S						Revisar el funcionamiento del tablero	diario	Electricista
1		I3	S	N	N	S	S						Inspeccionar el estado de los cables	diario	Electricista
1		I4	S	S	N	S	S						Verificar el estado de las borneas, si es posible cambiarlo	Mensual	Electricista

Posteriormente de realizar la hoja de decisión, se elaboró el cronograma del plan de mantenimiento preventivo como se observa en la tabla 70. Este cronograma tiene como propósito establecer actividades a realizar en la extrusora teniendo en cuenta las fallas y averías más recurrentes que se genera para reducir las mermas e incrementar la velocidad de producción.


El criterio que se utilizó para determinar la frecuencia en el que se realizará las actividades del plan de mantenimiento preventivo es el criterio basado en la experiencia, porque durante la realización del plan se recopiló información de los expertos de la empresa, en este caso, el jefe de mantenimiento.

3.5.2. Propuesta de mejora II: Selección de instrumentos de control

Por lo que se propone elaborar una evaluación técnica y selección de instrumentos de control, con el objetivo de mantener controlado este proceso en los parámetros definido por la empresa.


- a) **Tacómetro:** la adquisición de este instrumento permitirá medir la velocidad de rotación de los rodillos de entrada y salida de la extrusora. Para la selección de este elemento, se evaluó técnicamente con otras herramientas considerando el rango y precisión de medición y el precio (Ver Anexo 18). En la tabla 71 se muestra la ficha técnica y la importancia de este instrumento.

Tabla 71. Ficha técnica e importancia - Tacómetro

Instrumento	Especificaciones técnicas	Importancia
	Rango de medición	0,5 - 19999 rpm
	Resolución	0,1 rpm(2,5- 999,9 rpm)- 1 rpm (más de 19999 rpm)
	Precisión	+/- (0,05% - 1 dgt)
	Tiempo de muestreo	0,8 seg (sobre 60 RPM)
	Fuente de Alimentación	3 x 1,5 V AAA Batería
	Tamaño	155 x 55 x 35 mm
	Memoria	Valores Max , Min y promedio
	Peso	132g
		<p>Con este instrumento se podrá calcular la Razón del Estiraje (R.E) mediante:</p> <p>R.E = Velocidad de salida / velocidad de entrada</p> <p>Manteniendo la R.E en 5.2 según la cinta que se produzca.</p>


- b) **Vernier:** mediante la utilización de este instrumento se podrá medir el ancho final de la cinta, cabe recalcar que el ancho dependerá de lo que se esté produciendo ya sea cinta liviana o pesada. Para una cinta liviana el ancho es de 3.2 mm y para la pesada es de 2.8 mm. Entonces para la selección de este elemento se consideró que sea digital, así mismo se evaluó técnicamente con otras herramientas el rango de medición, el material y el precio (Ver Anexo 19). En la tabla 72 se muestra la ficha técnica y la importancia de este instrumento.

Tabla 72. Ficha técnica e importancia - Vernier

Instrumento	Especificaciones Técnicas		Importancia
	Rango de medición	0 - 100 mm / 0 - 4 pulg	Mediante el Vernier se podrá medir el ancho inicial y final de la cinta, y se podrá comparar con el ancho determinado con la siguiente fórmula: $R. E = \frac{A_{inicial}^2}{A_{final}^2}$
	Escala mínima de lectura	0,01 mm / 0,0005 pulg	
	Velocidad de medición Max	1,5 m/s	
	Potencia	SR44 1.5V (incluido)	
	T° de Funcionamiento	5 - 40 °C	
	Material	Acero inoxidable	
	Tamaño del producto	170 x 60 mm	


- c) **Micrómetro:** la adquisición de este instrumento permitirá medir el espesor de la cinta, para ello se evaluó técnicamente con otras herramientas considerando el rango de medición, la precisión, el consumo de energía y el precio. (Ver Anexo 20). En la tabla 73 se muestra la ficha técnica y la importancia del instrumento señalado.

Tabla 73. Ficha técnica e importancia - Micrómetro

Instrumento	Especificaciones técnicas		Importancia
	Rango de medición	0 - 25 mm	Medir el espesor de la cinta con el objetivo de mantener el flujo uniforme en la calibración de la matriz
	Resolución	0,001 mm	
	Precisión:	+/- 0,03 mm	
	Tipo de Pila	3V - CR2032	
	Fuerza de medición	5 - 10 N	
	Consumo de energía	<= 20 uA	
	Temperatura de Almacenamiento	20 - 60 °C	
	Temperatura de Funcionamiento	0 - 40 °C	

- d) **Balanza Analítica:** con esta herramienta se podrá pesar las cintas muestreadas, por lo que se evaluó técnicamente con otros instrumentos considerando la capacidad, precisión y el precio (Ver anexo 21). En la tabla 74 se muestra la ficha técnica y la importancia del instrumento mencionado.

Tabla 74. Ficha técnica e importancia - Balanza Analítica

Instrumento	Especificaciones Técnicas		Importancia
	Energía	220 V	Este instrumento tiene como objetivo pesar de manera precisa las cintas muestreadas para la reducción de variabilidad del Denier.
	Capacidad	300 g	
	Precisión	0,001 g	
	Dimensiones	23 x 19 cm	
	Plataforma (acero) - Diámetro	13 cm	
	Peso	1,60 kg	

3.5.3. Propuesta de mejora III: Incorporar y Validar el empleo de la nueva composición de la mezcla

Una de las propuestas para poder disminuir la variabilidad del denier fue modificar las proporciones en la composición de la mezcla de materiales de la producción de cinta extruida, debido que la desviación estándar de los límites naturales del proceso se encuentra por encima de los límites de tolerancia como se mostró en las tablas 53, 54 y 55.

Fase Experimental: A inicios del mes junio del 2019, se está desarrollando en la planta PROCODE S.A.C. el empleo de una nueva composición de materiales (Ver tabla 75) en la etapa de extrusión.

La propuesta de esta nueva composición tomo como base la teoría establecida en la investigación de Reina [4], donde se determina las variables que impactan directamente en la característica de la cinta. En su estudio consideró que la cantidad óptima de carbonato para la mezcla es del 18% con una temperatura de 150 °C, velocidad de cilindros en 5,1 para obtener una cinta de 750 denier y un % de elongación del 26,5%.

Fase de Implementación: Luego de la fase de experimentación con la ayuda del jefe de planta, persona responsable y conocedor de todo el proceso, se determinó aumentar el carbonato en un 9%, a una temperatura de 160 °C y con una velocidad de cilindros de 5,2 como mínimo. Los resultados obtenidos de esta fase se muestran en la tabla 76, los cuales se obtuvieron al ser implementados en el área de producción, específicamente en la etapa de extrusión de la empresa.

Tabla 75.Nueva composición en la mezcla de materiales

PARA 4 BOLSAS DE PP			
CINTA BLANCA			
Materiales	Código	Kilos	
Polipropileno	Braskem	100	
Carbonato de calcio	Comai	9	
Masterbatch	Blanco LL	1	
<p>Motivos de modificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se incrementó el carbonato de calcio para incrementar la tenacidad y la rigidez de la cinta, y reducir la abrasión en la extrusora. -Así mismo se retiró de la composición de la mezcla la ayuda de proceso, debido a que se utiliza materia prima virgen y no materia prima reciclada. 			
CINTA NEGRA		Denier 660	Denier 880
Materiales	Código	Kilos	Kilos
Polipropileno	Braskem	100	100
Carbonato de calcio	Comai	5	5
Masterbatch	Negro LL	4	4
<p>Motivos de modificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se aumentó el carbonato de calcio clasificándolo según la cinta que se esté produciendo ya sea liviana (660) o pesada (880). -Así mismo se aumentó el masterbatch para obtener mejor tonalidad de la cinta y a su vez darle mayor resistencia UV. Cabe recalcar que se quitó de la composición el estabilizador UV ya que el masterbatch posee esta propiedad. 			
CINTA COLORES			
Materiales	Código	Kilos	
Polipropileno	Braskem	100	
Carbonato de calcio	Comai	3,5	
Masterbatch	Azul Náutico	4,5	
	Verde Orgánico		
	Rojo Escarlata		
	Amarillo Eléctrico		
	Amarillo cálido		
	Verde palta		
<p>Motivos de modificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Para la producción de cinta de colores, se aumenta el masterbatch para mejorar la tonalidad de las cintas extruidas, ya que existe una variación en la temperatura de extrusión superando el límite de resistencia térmica de este aditivo. 			

Tabla 76. Resultados de la nueva composición

Descripción	Composición Actual	Composición Nueva
% de elongación	31,25	29,16
Cintas rotas	20 cintas /h	10 cintas /h
Desviación Estándar (+-)	0,41	0,27
Costos por 100 kg (\$)	220,47	201,65

Según los resultados de la tabla 76, el % de elongación disminuyó con respecto a la elongación de la composición actual, por lo que la cinta tendrá mayor resistencia de elasticidad al momento de efectuarse una carga. Así mismo en la zona de corte se presentaban cintas rotas y con la nueva composición se redujo un 5% equivalente a 10 cintas rotas/h. De igual manera la desviación estándar se disminuyó a +- 0,27, en esto también influye el estado en que se encuentre operando la máquina. Finalmente se evaluó los costos de materiales para mezclar 100 kg de polipropileno, con la composición actual se tiene un valor de \$ 220,47 y con la nueva composición el costo se disminuye a \$ 201,65, ahorrándose \$ 18,82.

Los beneficios que se obtuvo al disminuir la variabilidad del denier son:

- Aumento de velocidad en la etapa de tejido

El lote de bobinas que se produjo con la nueva composición, fueron almacenadas y separadas para ver el impacto que tiene en la etapa de tejido. La resistencia de la cinta influye de manera directa en la velocidad de la máquina, debido a que si la cinta es frágil empezará a romper y no se podrá tejer de manera uniforme.

Las bobinas del lote almacenadas se utilizaron en las tejedoras Lohia (son las máquinas más nuevas de la empresa) como se muestra en la tabla 77.

- Disminución en el uso de aditivos (UV y ayuda en proceso)
- Reducción de costos de materiales directos (carbonato y aditivos)
- Incremento a la resistencia de la tracción de la cinta

Tabla 77. Resultados de la velocidad de Lohia

N° Máquina	Antes de la composición	Después de la composición
	Velocidad (m/min)	Velocidad (m/min)
9	850	1000
10	850	900
11	870	900
12	850	1000
13	880	1000
14	850	1000

3.5.4. Propuesta de Mejora IV: Implementación de la variable Tex

Se propone implementar la variable Tex (Ver Pag 10) que consiste en pesar 100 m de la cinta producida de 24 bobinas escogidas aleatoriamente por cada turno. Este método permitirá determinar si la cantidad de material utilizado en la formación de la cinta es el más adecuado para obtener un producto terminado que cumpla con todas las especificaciones requeridas.

Para la implementación de esta propuesta, también se tiene que tener en cuenta los equipos necesarios para la medición de las cintas extruidas y considerar el plan de mantenimiento preventivo, debido a que el estado en el cual la extrusora esté operando influye mucho en la cinta producida.

- **Plan de capacitación:**

La empresa PROCODE S.A.C. en los últimos años no ha implementado planes de capacitación para su personal de planta, por lo que se propone un plan de capacitación en el proceso de producción de sacos de polipropileno para formar personal calificado en cada una de las etapas del proceso.

Para la elaboración del plan de capacitación se tiene que considerar como primera actividad determinar las necesidades de la organización de porque quiere capacitar al personal, así mismo es de suma importancia identificar la polivalencia de cada trabajador debido a que esto permitirá determinar la cantidad de trabajadores que son calificados para diferentes etapas del proceso. De igual manera se debe identificar las fortalezas y debilidades de los trabajadores ya sea según su nivel académico y el tiempo que permanece en la empresa. En la tabla 78 se muestra el

diagrama de Gantt para el plan de capacitación, teniendo en cuenta la duración de las actividades mencionadas a realizar antes de implementar el plan de capacitación.

Tabla 78. Diagrama de Gantt para el plan de capacitación

Actividad	Duración (días)	Agosto	Septiembre	Noviembre	Diciembre
Determinar las necesidades de la empresa	20	■			
Identificar la polivalencia de cada trabajador	12		■		
Identificar las fortalezas y debilidades del personal	10		■		
Diseñar el plan de capacitación	10		■		
Validar el plan de capacitación	5			■	
Ejecutar el plan de capacitación	35			■	
Seguimiento al plan de capacitación	10				■

Las encuestas aplicadas a los trabajadores del área de producción, en el tiempo que llevan en la empresa no han recibido ningún tipo de capacitación y todo lo que han aprendido ha sido de forma empírica y con enseñanza de trabajadores más antiguos.

El plan de capacitación estará conformado por:

a) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

PROCEDURE S.A.C. es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de sacos de polipropileno.

b) JUSTIFICACIÓN

Capacitar al personal involucrado en cada una de las áreas del proceso de producción de sacos de polipropileno es de suma importancia debido a que un personal capacitado, motivado, puede aportar de manera eficiente a los objetivos planteados por la organización. Así mismo el personal es más consiente al

desarrollar sus actividades diarias. El plan de capacitación que se propone es para todos los trabajadores del área de producción.

c) **OBJETIVOS DEL PLAN DE CAPACITACIÓN**

- **Objetivo general:**

Capacitar a los trabajadores del área de producción para la obtención de sacos de polipropileno en la empresa PROCODE S.A.C.

- **Objetivo Específicos:**

- Otorgar oportunidades de desarrollo personal
- Fomentar conocimientos y desarrollar habilidades para cada etapa del proceso de producción de sacos de polipropileno.
- Actualizar conocimientos en cada área de trabajo.

d) **TEMAS DE CAPACITACIÓN**

Los temas que se capacitaran a los trabajadores del área de producción de sacos de polipropileno son:

- **Determinación de los parámetros de control:** los trabajadores tendrán conocimiento de estos parámetros para mantener el proceso controlado, con el objetivo de producir productos de calidad y reducir la cantidad de mermas.

Estos parámetros son: presión, razón del estiraje, velocidades, temperatura.

- **Control estadístico:** de igual manera el operario encargado de la etapa de extrusión se le hará conocimiento sobre las gráficas de control y rango para que analice el comportamiento de sus muestras obtenidas e identificar cuáles serán las causas que le genera mayor desviación estandar.
- **Equipos de medición:** para tener un mejor control de los parámetros mencionados, se ha adquirirá diferentes equipos de medición, por lo

que se les capacitará a los trabajadores en el funcionamiento de cada uno de estos.

3.5.5. Nuevos indicadores de producción y productividad

Una vez planteadas las propuestas, se debe determinar los nuevos indicadores para luego medir con los indicadores identificados antes de la propuesta.

A) Producción:

- **Área de extrusión:** con la propuesta de realizar un plan de mantenimiento preventivo a la extrusora, haciendo hincapié a las principales fallas y averías que presenta, se llegaría a producir 1 446 kg por turno equivalente a un incremento del 9%. En la tabla 79 se muestra la producción de cinta por mes, turno y por hora.

Tabla 79. Producción de cinta

Descripción	Cantidad
Producción promedio (mes)	69 431,95 kg
Producción promedio (turno)	1 446 kg
Producción promedio (h)	120,54kg

- **Área de Telares:** Mediante la propuesta de disminuir la variabilidad de la cinta incorporando y validando la nueva mezcla de la composición de materiales, se podrá aumentar la velocidad de las 6 máquinas tejedoras Lohia Nova, debido a que ya no se romperá la cinta al momento de tejer el saco, por lo que habrá un aumento en la producción de metros tejidos como se muestra en la tabla 80. Cabe mencionar que se realizó una prueba con el lote de bobinas de la nueva mezcla en los telares del 1 al 8, aumentando la velocidad como se muestra en la tabla 77.

Tabla 80. Producción de telares

N° Máquina	Nueva composición	Producción real promedio por máquina (m)
	Velocidad (m/min)	
9	1 000	1 480
10	900	
11	900	
12	1 000	
13	1 000	
14	1 000	

Fuente: PROCODE S.A.C.

Tabla 81. Producción de telares chinos

Telares	Cantidad	Velocidad m/min	Producción real promedio por máquina (m)
China	1 - 4	660	1 000
China	5 - 8	800	1 350

Así mismo se hace mención en la tabla 81, que la velocidad de los telares chinos, se disminuyó debido a que el estado de la máquina no favorece para aumentar la velocidad.

B) Productividad

• Productividad de materiales

Con el aumento de la producción en la etapa de telares, se logrará producir en promedio por turno 1 340 sacos de 22,5 x 37,5 (pulg) con un peso de 56 g. Teniendo como productividad:

$$P. \text{ materiales} = \frac{1\,340 \text{ sacos}}{75,1 \text{ kg}} = 17,86 \text{ unid/kg}$$

Entonces por cada kilogramo de materia prima, se obtiene 17 sacos.

• Productividad de mano de obra

- **Extrusión:** para determinar la nueva productividad de mano de obra, se debe considerar la nueva producción por turno de cinta extruida. Teniendo como:

$$\textit{Productividad Laboral} = \frac{1\,446,5 \text{ kg}}{2 \text{ op} \times 12\text{h}} = 60,27 \frac{\text{kg}}{\text{op} - \text{h}}$$

- **Telares:** la productividad de mano de obra en esta etapa se realiza en base a la nueva producción que se obtendrá. En la tabla 82 se muestra los telares y los operarios para cada una de las máquinas.

Tabla 82. Productividad de mano de obra en telares

TELARES	Operario	Producción real promedio (m)	Productividad laboral (m/h-hombre)
1 - 4	2	1 000	41,67
5 - 8	2	1 350	56,25
9 - 14	2	1 480	61,67

C) Capacidad

- **Capacidad real de la planta**

Con la propuesta de mejora del mantenimiento preventivo a la extrusora, considerando las actividades a realizar y la frecuencia de estas, habrá un incremento en la capacidad real como se muestra en la tabla 83. Esto se debe a que mejorando las principales fallas de la máquina se podrá aumentar la velocidad sin afectar las propiedades de la cinta extruida.

Tabla 83. Capacidad real

Capacidad Real (m/min)	Capacidad Real (m/h)	Capacidad Real (m/día)
170	10 200	244 800

- **Capacidad utilizada de la planta**

Se determinó la capacidad utilizada de la planta con la nueva producción debido a la mejora, obteniendo:

$$Utilizacion = \frac{244\,800 \frac{m}{día}}{288\,000 \frac{m}{día}} \times 100 = 85\%$$

D) Eficiencia

- **Eficiencia Física**

Mediante las propuestas ya mencionadas, se logrará reducir la eficiencia física que se encuentra por encima del 2%. En la tabla 84 se muestra la cantidad de cinta extruida con el aumento de producción por hora y el consumo de materia prima en los meses del 2019.

Tabla 84. Nueva eficiencia física 2019

Meses	Cinta Extruida (kg)	Consumo de mp (kg)	Eficiencia Física
Enero	63 940,52	65 245,43	0,97
Febrero	73 293,36	74 789,15	0,98
Marzo	38 013,69	38 789,48	0,98
Abril	45 331,42	45 789,32	0,99
Mayo	40 085,03	40 903,10	0,98

Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Eficiencia de la planta**

La nueva eficiencia considerando el incremento de la producción es:

$$Eficiencia = \frac{244\,800 \frac{m}{día}}{259\,200 \frac{m}{día}} \times 100 = 94\%$$

- **Eficiencia Económica**

La nueva eficiencia económica que se lograra obtener de la empresa PROCODE S.A.C, validando la nueva composición de materiales es la siguiente:

$$E. Económica = \frac{737 \text{ soles/saco}}{534,80 \text{ soles /saco}} = 1,38$$

Entonces por cada saca fabricado, la empresa estaría ganando 0,38 céntimos.

E) Merma – Sacos terminados con defectos

Obteniendo cintas con menor variabilidad del denier y mayor resistencia, se logrará disminuir la cantidad de sacos terminados con defectos, manteniéndolo en un 2%.

$$\% \text{ Blanco tejido tipo } B_{2018} = \frac{34\,379 \text{ unidades}}{1\,718\,978 \text{ unidades}} = 2\%$$

$$\% \text{ Cosechero tipo } B_{2018} = \frac{15\,946 \text{ unidades}}{797\,336 \text{ unidades}} = 2\%$$

$$\% \text{ Cosechero tipo } B_{2018} = \frac{16\,330 \text{ unidades}}{816\,536 \text{ unidades}} = 2\%$$

F) Reducción de Pérdidas Económicas

- **Extrusión:** manteniendo a un 2% la cantidad de mermas generadas, existirá una reducción de 15 181,42 soles.
- **Sacos terminados con defectos:** reduciendo la cantidad a 2%, se tendrá un ahorro de S/ 60 489, 70.
- **Composición de materiales:** al cambiar la composición de la mezcla de materiales y comparándolo con la cinta extruida del año del 2018, el nuevo

costo asciende a S/ 3 764 947,89 teniendo un ahorro de S/ 40 383, 80 en dicho año.

Al mantener el % por debajo del límite permitido y cambiado la composición de materiales se tendría un ahorro de S/ 116 054,92 lo cual representa el 4% de ingreso de la empresa.

G) Resumen de indicadores

Tabla 85. Nueva eficiencia física 2019

Indicadores de producción y productividad		
Producción	Extrusión	120,54 kg
		1 100 metros
	Telares	1 350 metros
		1 480 metros
Productividad de materiales		17,85 unid/kg
Productividad de mano de obra	Extrusión	60,27 kg / op - h
		41,67 m / op -h
	Telares	56,25 m / op - h
		61,67 m / op - h
Capacidad Diseñada		12 000 m/h
Capacidad Efectiva		10 800 m/h
Capacidad Real		10 200 m/h
Capacidad Utilizada		85 %
Eficiencia Física		98 %
Eficiencia de la planta		94 %
Eficiencia económica		0,38 soles/saco
Merma -Sacos terminados con defectos	Blanco	4,2 %
	Tejido	
	Cosechero	4,4 %
	Pesquero	3,2 %

3.5.6. Comparación de indicadores actuales y propuestos

Tabla 86. Comparación de indicadores

Indicadores de producción y productividad				MEJORA
Producción	Extrusión	105,91 kg/h	120,54 kg/h	↑ 14,63 kg
		900 m/ turno	1 100 m/turno	↑ 200 m
	Telares	1 200 m/turno	1 350 m/turno	↑ 150 m
		1 300 m/ turno	1 480 m/turno	↑ 180 m
Productividad de materiales		17,85 unid/kg	17,85 unid/kg	17,85 unid/kg
Productividad de mano de obra	Extrusión	55,25 kg / op - h	60,27 kg / op - h	↑ 5,02 kg/op-h
		37,5 m /op -h	41,67 m/op – h	↑ 4,17 kg/op-h
	Telares	50 m /op - h	56,25 m/op – h	↑ 6,25 kg/op-h
		54,16 m /op - h	61,67 m / op - h	↑ 7,41 kg/op-h
Capacidad Diseñada		12 000 m/h	12 000 m/h	12 000 m/h
Capacidad Efectiva		10 800 m/h	10 800 m/h	10 800 m/h
Capacidad Real		9 120 m/h	10 200 m/h	↑ 1 080 m/h
Capacidad Utilizada		76 %	85 %	↑ 9 %
Eficiencia Física		96.6%	98 %	↓ 1,4 %
Eficiencia de la planta		84%	94 %	↑ 10 %
Eficiencia económica		0,34 soles/saco	0,38 soles/saco	↑ 0,04 soles /saco
Merma - Sacos terminados con defectos	Blanco Tejido	6,4 %	2 %	↓ 4,4 %
	Cosechero	6,2 %	2 %	↓ 4,2 %
	Pesquero	5,8 %	2 %	↓ 2,8 %

En la tabla 86 se muestra la comparación de los indicadores antes y después de la propuesta, ya sea en una reducción o incremento. En la etapa de extrusión existirá un incremento de la producción por hora en un 9%, de igual manera en la etapa de tejido, los telares de 1 – 4 habrá un incremento del 11,1%, los telares del 5 – 8 tendrán un incremento de 12,5% y los telares Lohia de 9 – 14 con un incremento de 13,8%.

Así mismo se presentará un incremento en la capacidad utilizada de un 9% y la eficiencia física se disminuirá en 1,4 %, manteniéndolo en 2% como límite máximo por parte de la empresa. La eficiencia de la planta en base a la capacidad real y la efectiva tendrá un incremento del 10% y la eficiencia económica incrementará 0,04 sol/saco, esto quiere decir que por cada saco vendido la empresa ganará 0,4 céntimos más. Así también habrá una disminución en la cantidad de merma generada en los sacos terminados con defectos para los tres productos estudiados, para el saco blanco tejido se redujo en 4,4 %, para el cosechero 4,2 % y para el saco pesquero en 2,8%.

3.6. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

3.6.1. Inversiones

3.6.1.1. Inversión fija tangible

La inversión fija que necesitará la propuesta es la adquisición de diferentes equipos de medición para el control de las variables en la extrusora. En la tabla 87 se muestra los equipos necesarios y el costo de cada uno.

Tabla 87. Inversión Fija Tangible

COMPRA DE HERRAMIENTAS	CANTIDAD	PRECIO S/.	TOTAL S/.
SMARTSENSOR			
AR925	1	84,01	84,01
Vernier Digital	1	38	38
Micrómetro Digital	1	400	400
Balanza Digital	1	749	749
TOTAL			1 271,01

3.6.1.2. Inversión intangible

La inversión intangible estará dada por la capacitación que se realizará al personal de producción en la fabricación de sacos. El costo de capacitación será de 2 100 soles más el material (folletos) que se entregará a los trabajadores con un costo de 200 soles.

3.6.1.3. Inversión

La inversión total está dada por la inversión tangible e intangible como se muestra en la tabla 88.

Tabla 88. Inversión Total

Ítems	Monto (S/.)
Inversión Fija Tangible	1 271.01
Inversión Fija Intangible	2 300
TOTAL	3 571,01

3.6.2. Pronóstico de ventas

Para realizar el pronóstico de ventas se tuvo en cuenta las ventas históricas de la empresa PROCODE S.A.C. durante los años del 2014 – 2018 como se muestra en la tabla 89.

Tabla 89. Ventas históricas 2014 - 2018

Años	Ventas (unidades)
2014	1 502 578
2015	2 257 536
2016	2 690 012
2017	2 984 896
2018	3 376 115

Fuente: PROCODE S.A.C

Así mismo al analizar las ventas en el periodo ya mencionado, se determina que su comportamiento es de manera creciente, esto ayudó a seleccionar la herramienta para pronosticar la cual fue la regresión lineal. Mediante esta herramienta se proyectó las ventas para el periodo de 2019 – 2023 como se muestra en la tabla 90.

Tabla 90. Ventas proyectadas de 2019 – 2023

Años	Ventas
2019	3 904 557
2020	4 352 001
2021	4 799 444
2022	5 246 887
2023	5 694 331

En la figura 25 se muestra la dispersión de las ventas y el coeficiente de correlación para determinar la tendencia que existe entre la demanda y el tiempo.

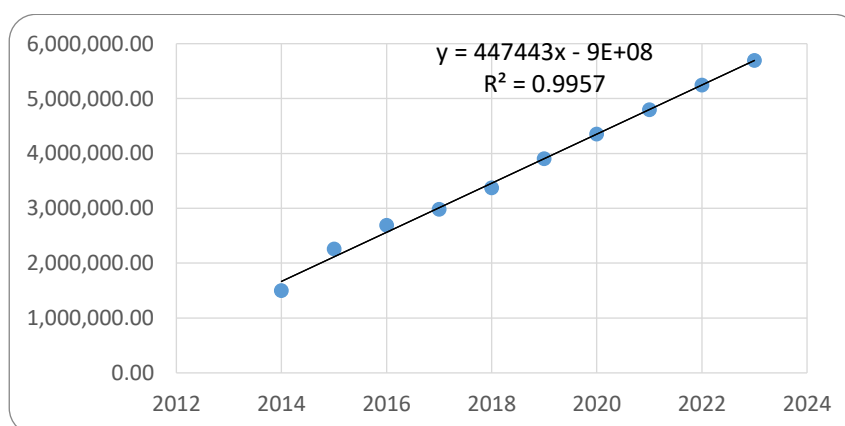


Figura 25: Demanda Proyectada- Regresión Lineal

3.6.3. Costos

Los costos de producción se han determinado en base al costo de los materiales para la obtención de sacos, así mismo la mano de obra en el área de producción y el consumo de

energía eléctrica. En la tabla 91 se muestra los costos de producción para los años proyectados.

Tabla 91. Ventas proyectadas de 2019 – 2023

Años	Costo de Producción
2019	S/ 2 932 043,47
2020	S/ 3 196 528,98
2021	S/ 3 461 013,89
2022	S/ 3 725 498,81
2023	S/ 3 989 984,31
TOTAL	S/17 305 069,46

3.6.4. Evaluación Económica y financiera

Se realizó la evaluación económica y financiera utilizando el flujo de caja en base a los ingresos, costos de producción y la inversión que se realizará. En la tabla 92 se muestra la evaluación y la utilidad acumulada para cada uno de los años pronosticados.

Tabla 92. Flujo de caja

Descripción		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de productos (unid)		3 904 557	4 352 001	4 799 444	5 246 887	5 694 331
Ingresos (S/)		3 032 539,20	3 380 054,18	3 727 568,10	4 075 082,21	4 422 597,02
Costo de producción (S/)		2 932 043,47	3 196 528,98	3 461 013,89	3 725 498,81	3 989 984,31
Inversión (S/)	3 571,01					
UTILIDAD ACUMULADA		S/ 100 495,8	S/ 183 525,13	S/ 266 554,28	S/349 583,43	S/432 612,77

De igual manera se determinó el periodo de recuperación de la inversión propuesta en el proyecto de investigación. Cabe mencionar que en el año 1 se podrá recuperar la inversión debido a que la utilidad acumulada es mayor a lo que se va invertir.

Para determinar en cuantos días se podrá recuperar la inversión, se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Periodo de Recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ingresos en el 1er periodo}}$$

Entonces:

$$\text{Periodo de Recuperación} = \frac{S/ 3 571,01}{S/ 100 495,80} = 0,03$$

$$\text{Periodo de Recuperación} = 0,03 \times 30 \text{ días} = 1,1 \text{ días} \approx 1 \text{ día}$$

Por lo tanto, el tiempo de recuperación para la inversión ya mencionada, será en 1 día.

3.6.5. Beneficio / costo

Para determinar el costo beneficio se ha considerado el ingreso del primer año, así mismo los egresos y la inversión dada.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Egresos} + \text{Inversion}}$$

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{S/ 3 032 539,27}{S/ 2 932 043,47 + S/ 3 571,01}$$

$$\text{Beneficio/costo} = 1,03$$

Por lo tanto, por un sol invertido la empresa estará ganado adicional S/ 0,03.

3.6.6. Planes de acción para implementar la mejora

OBJETIVO DE MEJORAMIENTO: Reducir las pérdidas económicas

ACTIVIDAD	RESPON- SABLE	CRONOGRAMA												RECURSOS			PRESU- PTO.	RESULTADO (ENTREGABLE)	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAT	HUM	EQU			
1.Plan de mantenimiento preventivo	Jefe de mantenimiento		x											Cronograma	Jefe de mantenimiento	-			Reducir las paradas por fallas
2.Evaluación técnica y selección de instrumentos de control	Jefe logístico				x									Fichas técnicas	Jefe logístico	-	S/ 1 271		Controlar las variables del proceso
3.Capacitación de los operarios	R.R.H.H			x										Materia l de curso	Capacitador externo	-	S/ 2 300		Personal polivalente
4.Validar el empleo de la nueva composición de materiales	Jefe de producción			x										Nueva composición	Jefe de producción	-			Incrementar la tenacidad de la cinta
5.Implementación de la variable Tex	Extrusor		x	x	x	x								Hojas de control	Extrusor	-			Reducir la variabilidad del denier

IV. CONCLUSIONES

Mediante las diferentes propuestas planteadas, la implementación de un sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en el proceso de producción de sacos de polipropileno logrará reducir en un 4% las pérdidas económicas.

- Con el diagnóstico realizado, se determinó que las paradas por fallas en la etapa de extrusión representan el 6% promedio de horas no trabajadas en un mes de producción con una desviación estándar del 4%, dejando de producir el 5% de toda la producción, así mismo que existe una alta variabilidad en el denier de las cintas del 33% en base a los límites tolerancia. De igual manera se analizó el rendimiento de la materia prima en donde, las mermas que se generan se encuentran en un 6% teniendo como límite máximo permitido por la empresa un 2%.
- La propuesta de reducir las pérdidas económicas se basa en diferentes herramientas a utilizar: el plan de mantenimiento preventivo, la adquisición de equipos de medición y la implementación de la variable Tex. Mediante el plan de mantenimiento preventivo se logrará reducir las fallas, manteniendo paradas programadas para cada actividad según la frecuencia de realización, esto ayudará a mejorar la productividad de la etapa de extrusión incrementando la producción en un 9%. Con la adquisición de equipos de medición se espera tener un mayor control en las variables críticas del proceso de extrusión, esto con el fin de producir cintas de mejor calidad considerando sus propiedades de tenacidad, elasticidad. Y finalmente la implementación de la Variable Tex, permitirá realizar un análisis estadístico de las muestras de las bobinas, con el propósito de reducir la variabilidad de los pesos con una desviación de 10 g/bobina.
- El costo beneficio que se tendrá al realizar las propuestas de mejora ser de S/ 0,03 soles por cada sol invertido con una inversión de 3 571 soles.

V. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la calidad de la cinta en la etapa de extrusión se recomienda realizar ensayos, utilizando software como el Minitab, que permitirá establecer nuevos parámetros de temperatura, velocidad y hasta cantidades de insumos (kg).
- Así mismo se recomienda establecer parámetros específicos según el resultado de los ensayos realizados para cada tipo de cinta producida.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Productores de Materias Plásticas – Plasticseurope, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/363-plasticos-situacion-en-2017>. [Accedido: 14-junio-2019].
- [2] Sistema Nacional de Investigadores, SNI – Reporte Sectorial, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2017/01/Marzo-2016-Fabricaci%C3%B3n-de-Productos-de-Pl%C3%A1stico.pdf>. [Accedido: 24-abr-2018].
- [3] S. Reina, “Optimización del desempeño funcional de sacos de polipropileno mediante el diseño experimental de Taguchi”, Revista EPN, vol 33, n.2, 2014.
- [4] S. Reina, “Estudio experimental de la variación de la resistencia a la tracción de hilo de polipropileno de los sacos utilizados para el envasado de arroz”, Revista EPN, vol 33, n.2, 2014.
- [5] V. Juárez, I. Sánchez, E. Barojas, C. Palafox y R. Rojas, “Control estadística de calidad en la fabricación de sacos de polipropileno”, Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa, 2015.
- [6] M. Gasca, L. Camargo y B. Medina, “Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial”, Información Tecnológica, vol 28, n°4, 2017.
- [7] E. Hidalgo, Y. Hernández y J. Labañino, “Sistema de mantenimiento para la línea de extrusión de polietileno en HOLPLAST”, ResearchGate, 2018.
- [8] C. Rodríguez, *El nuevo escenario: la cultura y productividad en las empresas*. México: ITESO, 1993.
- [9] E. Adam y R. Ebert, *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. Pearson Education, 1991.
- [10] J. López, *Productividad*. Palibrio, 2012.
- [11] F. Jiménez y C. Espinoza, *Costos Industriales*. Tecnológica de CR, 2007.
- [12] R. Laporta, *Costos y gestión empresarial: Incluye costos con ERP*. Ecoe Ediciones, 2016.
- [13] P. Verdoy, J. Mahiques y S. Pellicer, *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones*. Publicaciones de la Universitat Jaume I, 2006.
- [14] S. Mosquera, J. Narváez y J. Cabrera, “Uso de control para el análisis de calidad en manufactura de sacos de polipropileno”, vol 4, n°1, 2006
- [15] L. Krajewsky y L. Ritzman, *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson Educacion, 2000.

- [16] González, *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. 2da Edición. Madrid: FC Editorial, 2005.
- [17] C. Parra y A. Crespo, *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de activos*. 1era Edición. España: Editorial INGEMAN, 2012.
- [18] Sociedad de Ingenieros de la industria automovilística – SAE (2005, octubre 30). RCM – Mantenimiento centrado en confiabilidad. [En línea]. Disponible en: http://www.mantenimientoplanificado.com/articulos_rcm_archivos/ariel%20ZYLBEBERBERG/RCM_Scorecard_overview.pdf [Accedido: 18-junio-2019].
- [19] F. Sacristán, *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. FC Editorial, 2001.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario realizada para la encuesta

Nombre:

N°:

Área de trabajo:

Fecha:

Preguntas

1. Los conocimientos que tiene del proceso de producción de sacos de polipropileno, ¿De qué manera lo aprendió?

Capacitaciones

Empíricamente

2. ¿Debido al puesto de trabajo que desempeña dentro de la empresa, cree usted importante obtener capacitación del proceso de producción?

 SI NO

3. ¿Ha recibido alguna vez capacitación por parte de la empresa y qué temas fueron tratados?

 SI

: Temas:

 NO

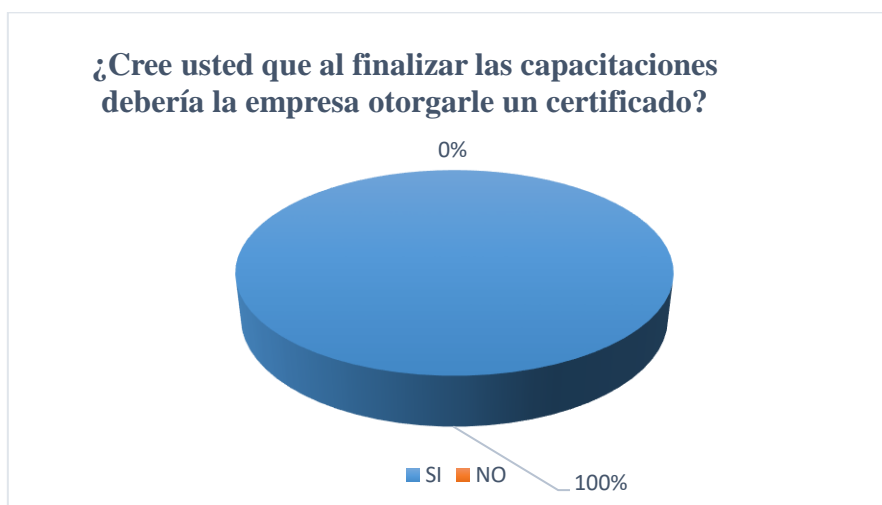
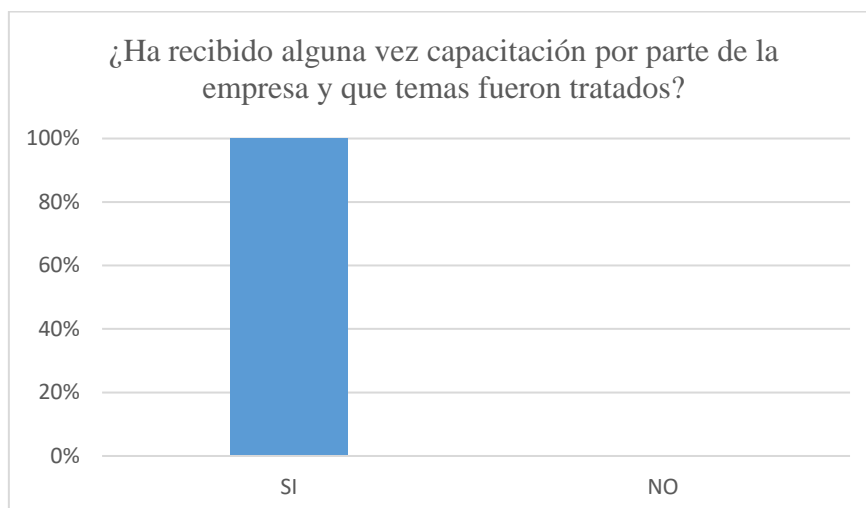
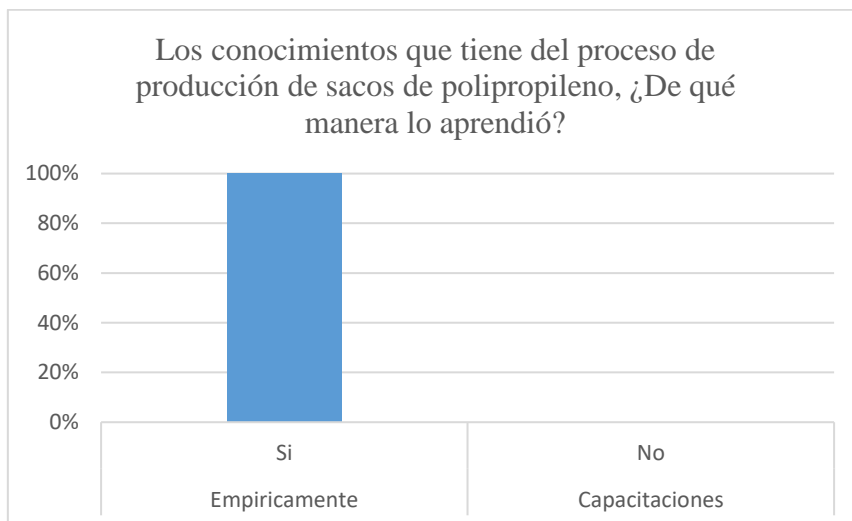
4. ¿Estaría dispuesto a invertir su tiempo asistiendo a las diversas sesiones para especializarse en las actividades que desempeña en la empresa?

 SI NO

5. ¿Cree usted que al finalizar las capacitaciones debería la empresa otorgarle un certificado?

 SI NO

Anexo 2: Resultado de las preguntas de la encuesta



Anexo 3: Análisis ABC

N°	PRODUCTOS DE LA EMPRESA PROCODE SAC	CANTIDAD	INGRESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	80 - 20%	
1	SACO PP BLANCO TEJIDO 26X46 C/IMP C/BASTA 85 g	117,000.00	S/ 73,080.00	9%	9%	80%	A
2	SACO PP BLANCO TEJIDO 28,5X46 F/ROJA C/BASTA 95 g	86,000.00	S/ 54,040.00	7%	16%	80%	
3	CARPA NEGRA TEJIDA 6X8 100g	940.00	S/ 39,940.00	5%	21%	80%	
4	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 R/VERDE 160 g	25,000.00	S/ 36,250.00	4%	25%	80%	
5	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 22.5X36 C/IMP LAY F. 49 KG / 70 g	19,738.60	S/ 35,644.00	4%	29%	80%	
6	SACO PP BLANCO TEJIDO 28.5X46 C/IMP C/BASTA 95 g	58,000.00	S/ 33,250.00	4%	34%	80%	
7	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 SEMPER	20,920.00	S/ 32,426.00	4%	38%	80%	
8	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 S/IMP R/ROJA 200 g	17,500.00	S/ 30,650.00	4%	41%	80%	
9	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 3 F/ROJAS 100 g	32,000.00	S/ 27,520.00	3%	45%	80%	
10	SACO PP NEGRO TEJIDO 26X42 C/BASTA 75 g	37,000.00	S/ 24,690.00	3%	48%	80%	
11	CARPA NEGRA TEJIDA 8X8 100 g	400.00	S/ 22,000.00	3%	50%	80%	
12	SACO PP BLANCO LAMINADO 22.5X36 S/IMP 3 F/NEGRAS 70 g	14,440.00	S/ 21,600.00	3%	53%	80%	
13	SACO PP BLANCO TEJIDO 23X39.5 C/IMP USSA 120 g	17,000.00	S/ 17,850.00	2%	55%	80%	
14	SACO PP BLANCO TEJIDO 22.5X36 S/IMP 56 g	35,000.00	S/ 17,000.00	2%	57%	80%	
15	SACO PP NEGRO TEJIDO 26X42 S/IMP C/BASTA 80 g	20,000.00	S/ 13,200.00	2%	59%	80%	
16	SACO PP NEGRO TEJIDO 26X52 3 F/ROJAS 100 g	16,000.00	S/ 13,120.00	2%	61%	80%	
17	SACO PP BLANCO TEJIDO 24X36 S/IMP 60 g	21,000.00	S/ 12,600.00	2%	62%	80%	
18	SACO PP BLANCO TEJIDO 29X44 S/IMP 130 g	1,381.28	S/ 12,569.65	2%	64%	80%	
19	SACO PP BLANCO TEJIDO 23X36 C/IMP MAYAGUEZ 58 g	22,500.00	S/ 11,250.00	1%	65%	80%	
20	SACO PP BLANCO TEJIDO 24X38 S/IMP 60 g	20,000.00	S/ 11,200.00	1%	66%	80%	
21	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 23X37.5 C/IMP ARROZ GUADALUPE - VERDE	8,650.20	S/ 11,090.00	1%	68%	80%	
22	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 R/AZUL S/IMP. 180 g	7,000.00	S/ 11,010.00	1%	69%	80%	
23	SACO PP BLANCO TEJIDO 22.5X31 S/IMP	20,000.00	S/ 11,000.00	1%	71%	80%	
24	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 22.5X36 C/IMP COCINERITA AMAR. 49 kg/ 70 g	7,250.00	S/ 11,000.00	1%	72%	80%	
25	SACO PP BLANCO LAMINADO 18X25 C/IMP MARIMAR	4,300.00	S/ 10,750.00	1%	73%	80%	
26	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 16X32 45 g MOLINO SAN LUIS	4,968.00	S/ 10,350.00	1%	74%	80%	
27	SACO PP BLANCO TEJIDO 26X46 C/IMP ARROZ CASCARA 85 g	20,000.00	S/ 10,250.00	1%	76%	80%	
28	SACO PP BLANCO TEJIDO 22.5X36 C/IMP WING VERDE	16,000.00	S/ 10,240.00	1%	77%	80%	
29	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 23X37.5 C/IMP ARROZ GUADALUPE - CELESTE	7,830.42	S/ 10,039.00	1%	78%	80%	
30	SACO PP BLANCO LAMINADO 22.5X36 S/IMP 70 g	6,700.00	S/ 10,000.00	1%	79%	80%	
31	ROLLO ARPILLERA NEGRA 4X200 100 g	15.00	S/ 9,960.00	1%	81%	80%	
32	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 C/IMP RAM 180 GR	5,316.00	S/ 9,303.00	1%	82%	80%	
33	SACO PP BLANCO LAMINADO 18X25 C/IMP MARINERA NORTEÑA	3,666.00	S/ 9,165.00	1%	83%	80%	
34	SACO PP VARIAS MEDIDAS CLASE B	2,194.30	S/ 8,777.20	1%	84%	80%	
35	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 3 F/BLANCAS 100 g	10,000.00	S/ 8,600.00	1%	85%	80%	
36	SACO PP NEGRO TEJIDO 25X50 3 F/ROJAS 85 g	10,000.00	S/ 7,500.00	1%	86%	80%	
37	SACO PP BLANCO TEJIDO 30X46 C/IMP S/BASTA 98 g	10,000.00	S/ 7,215.00	1%	87%	80%	
38	SACO PP BLANCO TEJIDO 24X38 C/IMP. CHAPITO 63 g	10,900.00	S/ 6,649.00	1%	88%	80%	
39	SACO PP PAYASO 22.5X26 S/IMP	2,420.54	S 6,542.00	1%	89%	80%	
40	SACO PP CRISTALINO TEJIDO 22.5X36 56 g S/IMP.	2,700.00	S/ 6,000.00	1%	89%	80%	
41	ROLLO ARPILLERA NEGRA 2X200 100 g	13.00	S/ 5,460.00	1%	90%	80%	

B

42	SACO PP BLANCO TEJIDO 26X42 S/IMP	583.20	S/ 5,307.12	1%	91%	80%
43	SACO PP BLANCO TEJIDO 29X48 CON FUELLE S/BASTA 120 g	536.09	S/ 5,200.07	1%	91%	80%
44	ROLLO ARPILLERA NEGRA 3X200 100 g	10.00	S/ 5,000.00	1%	92%	80%
45	SACO PP PAYASO CELESTE 22X26 43 g	1,850.00	S/ 5,000.00	1%	92%	80%
46	CINTA PP DE SCRAP	1,135.00	S/ 4,540.00	1%	93%	80%
47	CINTA PP DE SCRAP	7,718.00	S/ 4,540.00	1%	94%	80%
48	SACO PP BLANCO TEJIDO 22.5X36 F/AZUL 60 g	476.25	S/ 4,333.88	1%	94%	80%
49	SACO PP VARIAS MEDIDAS CLASE B	1,000.00	S/ 4,000.00	0%	95%	80%
50	SACO PP VARIAS MEDIDAS CLASE B	1,000.00	S/ 4,000.00	0%	95%	80%
51	SACO PP BLANCO TEJIDO 20X30 S/IMP 85 g	412.83	S/ 3,756.75	0%	96%	80%
52	SACO PP VARIAS MEDIDAS CLASE B	641.70	S/ 3,529.35	0%	96%	80%
53	SACO PP VARIAS MEDIDAS CLASE B	772.80	S/ 3,091.20	0%	96%	80%
54	CARPA NEGRA TEJIDA 6X6 100 g	80.00	S/ 2,480.00	0%	97%	80%
55	SACO PP BLANCO TEJIDO 25.5X35.5 S/IMP 70 g	237.50	S/ 2,161.25	0%	97%	80%
56	SACO PP VARIAS MEDIDAS CLASE B	641.70	S/ 2,117.61	0%	97%	80%
57	CARPA NEGRA TEJIDA 10X10 100 g	20.00	S/ 2,000.00	0%	97%	80%
58	SACO PP TRAMADO TEJIDO 30X46 100 g	2,200.00	S/ 2,000.00	0%	98%	80%
59	SACO PP BLANCO TEJIDO 23X36 C/IMP RIOPAILA 58 g	3,900.00	S/ 1,950.00	0%	98%	80%
60	SACO PP BLANCO TEJIDO 22.5X36 C/IMP TENTACLE AZUL 56 g	3,000.00	S/ 1,920.00	0%	98%	80%
61	SACO PP BLANCO LAMINADO 22.5X37 3F/NEGRAS 70 g	1,153.75	S/ 1,775.00	0%	98%	80%
62	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 23X37.5 C/IMP CLASE "B"	719.88	S/ 1,714.00	0%	99%	80%
63	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X54 S/IMP R/ROJA 200 g	1,000.00	S/ 1,700.00	0%	99%	80%
64	ROLLO ARPILLERA NEGRA 3X170 100 g	4.00	S/ 1,700.00	0%	99%	80%
65	SACO PP BLANCO LAMINADO 18X25 C/IMP CLASE "B"	323.80	S/ 1,619.00	0%	99%	80%
66	SACO PP TRAMADO TEJIDO 30X46 100 g	1,527.90	S/ 1,389.00	0%	99%	80%
67	SACO PP CRISTALINO LAMINADO 16X32 C/IMP CLASE "B"	255.00	S/ 1,020.00	0%	100%	80%
68	SACO PP PAYASO VERDE 32X48 106 g	950.00	S/ 1,000.00	0%	100%	80%
69	SACO PP NEGRO TEJIDO 27X43 R/ROJA 84 g	1,200.00	S/ 792.00	0%	100%	80%
70	SACO PP ROJO TEJIDO 22.5X36 SIN/IMP 60 g	4,809.22	S/ 476.16	0%	100%	80%
71	SACO PP AMARILLO TEJIDO 22.5X36 S/IMP. 60 g	4,755.79	S/ 470.87	0%	100%	80%
72	MANGA PP BLANCA TEJIDA 24X56 GR/M2 - ABIERTO	3,533.30	S/ 397.00	0%	100%	80%
73	SACO PP ROJO TEJIDO 29.5X44.5 S/IMP. 100 g	2,480.56	S/ 245.60	0%	100%	80%
74	CARPA NEGRA TEJIDA 4X10 100 g	5.00	S/ 200.00	0%	100%	80%
75	CARPA NEGRA TEJIDA 3X20 100 g	1.00	S/ 60.00	0%	100%	80%
76	CARPA NEGRA TEJIDA 6X10 100 g	1.00	S/ 60.00	0%	100%	80%
77	CARPA NEGRA TEJIDA 4X4 100 g	1.00	S/ 16.00	0%	100%	80%
TOTAL			S/ 812,341.71	100%		

C

Anexo 4: Ingreso de los productos en el periodo de junio – diciembre del 2018

TIPOS DE PRODUCTOS						
MESES	S. TEJIDO		S. LAMINADO	ARPILLERA	OTROS	TOTAL
	Ingreso de Saco Blanco	Ingreso de saco Negro	Ingreso	Ingreso	Ingreso	
JUNIO	S/ 315 062,10	S/ 216 761,10	S/ 79 995,65	S/ 88 876,10	S/ 61 595,66	S/ 762 290,31
JULIO	S/ 213 436,45	S/ 187 935,74	S/ 43 700,10	S/ 72 366,01	S/ 82 323,34	S/ 599 761,53
AGOSTO	S/ 182 974,34	S/ 217 259,80	S/ 60 281,40	S/ 103 073,09	S/ 79 015,79	S/ 642 604,33
SEPTIEMBRE	S/ 156 555,69	S/ 188 380,50	S/ 80 619,84	S/ 105 978,10	S/ 126021,77	S/ 657 555,80
OCTUBRE	S/ 169 754,78	S/ 317 322,46	S/ 67 895,96	S/ 99 532,20	S/ 96 943,15	S/ 751 448,55
NOVIEMBRE	S/ 200 169,34	S/ 208 113,00	S/ 72 268,60	S/ 91 677,00	S/ 107 849,06	S/ 680 077,00
DICIEMBRE	S/ 198 089,83	S/ 121 031,96	S/ 50 528,50	S/ 108 653,00	S/ 108 904,80	S/ 587 208,09
TOTAL	S/ 2 892 846 89	S/455 289,95	S/ 670 155.20	S/ 662 653,57	S/4 680 945,61	

Anexo 5: Bobinas muestreadas de agosto y septiembre

N°SUB	Muestra											
	GRUPO	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
1	582	564	684	678	690	570	666	684	660	612	546	564
2	612	642	666	642	594	618	672	672	654	564	558	600
3	678	672	678	696	672	684	756	690	648	630	684	612
4	708	768	600	768	720	786	780	732	666	732	600	666
5	822	738	726	714	660	654	618	702	606	702	702	732
6	660	738	672	672	702	630	714	672	684	642	720	702
7	606	684	666	696	690	738	702	696	696	720	672	642
8	690	678	606	738	690	606	642	660	630	654	702	762
9	630	660	618	702	660	630	660	648	642	684	678	666
10	672	666	672	666	666	666	666	648	720	624	672	708
11	660	666	654	696	660	672	672	744	720	690	636	678
12	678	768	708	672	636	612	732	666	684	690	576	636
13	672	744	672	702	654	636	660	666	666	660	642	714
14	672	702	678	654	660	690	660	684	696	708	660	575
15	648	726	660	750	696	648	816	690	630	564	552	642
16	660	705	660	684	696	672	690	684	654	648	678	684
17	624	696	762	666	726	738	570	654	570	642	606	696
18	702	696	768	690	702	606	534	612	612	648	588	684
19	678	672	690	660	696	762	708	780	732	612	684	660
20	606	594	678	642	648	642	600	618	684	702	708	678
21	690	618	684	654	654	630	648	630	624	684	678	642
22	714	738	804	840	798	612	630	684	636	792	756	594
23	720	690	666	696	654	612	624	582	642	672	672	660
24	660	696	654	660	630	672	702	660	624	648	696	660
25	666	678	654	642	708	684	678	684	600	666	648	654
26	660	666	648	660	678	678	648	660	630	738	720	678
27	750	756	756	762	690	708	594	750	756	642	708	738
28	672	678	672	678	672	654	588	684	690	552	630	684
29	726	684	684	678	600	678	750	696	702	648	666	636
30	702	618	624	618	594	636	648	672	648	606	672	606
31	702	630	642	654	606	636	654	642	696	660	678	666
32	744	708	756	612	744	732	720	780	714	600	642	618
33	816	732	750	672	684	720	660	678	648	660	750	702
34	714	660	654	666	660	624	660	720	660	672	720	720
35	582	564	684	678	690	570	666	684	660	612	546	564
36	612	642	666	642	594	618	672	672	654	564	558	600
37	678	672	678	696	672	684	756	690	648	630	684	612
38	834	672	678	618	828	726	840	732	696	654	654	714
39	678	684	690	606	672	670	666	660	630	642	666	696
40	678	648	660	690	690	678	666	684	678	684	678	672

Anexo 6: Bobinas muestreadas de octubre y noviembre

N°SUB	Muestra											
	GRUPO	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
1	678	690	714	690	714	636	780	786	756	696	696	696
2	696	720	684	696	654	672	714	708	720	696	678	756
3	678	660	660	702	642	660	660	660	672	684	690	660
4	720	705	708	702	714	750	762	738	762	705	642	750
5	711	672	660	654	708	702	678	684	694	720	672	695
6	696	696	702	660	702	696	702	699	720	642	678	684
7	666	654	657	660	684	660	699	684	675	636	660	654
8	660	684	675	678	690	666	654	687	675	666	684	690
9	702	774	720	699	678	702	684	699	726	780	696	726
10	681	699	679	717	701	701	691	685	716	680	716	666
11	713	685	704	660	686	703	716	712	705	693	696	710
12	690	669	710	713	682	711	672	703	710	686	720	699
13	704	705	678	699	719	701	700	688	687	705	663	664
14	716	694	666	702	682	705	690	654	663	701	676	706
15	708	684	693	720	718	671	660	696	718	680	714	695
16	679	695	715	667	667	704	670	690	691	694	661	701
17	709	664	691	715	707	691	693	688	680	663	705	697
18	674	710	701	715	679	662	702	698	694	700	720	679
19	694	709	664	693	700	701	708	697	716	660	690	664
20	677	690	691	664	685	700	696	706	675	678	674	703
21	676	663	676	667	685	718	665	676	710	692	662	682
22	684	705	704	688	695	687	699	702	660	697	702	717
23	716	676	662	687	704	668	690	670	700	669	692	662
24	692	707	686	690	663	689	684	704	707	661	696	718
25	687	699	692	699	704	676	690	708	669	684	676	689
26	668	677	654	671	674	662	666	656	656	672	669	676
27	671	671	675	677	654	655	674	660	667	660	658	671
28	663	667	662	654	657	671	659	668	661	666	676	662
29	668	663	676	674	670	655	661	667	663	676	666	673
30	666	660	675	662	669	668	678	666	662	660	668	665
31	669	667	664	656	669	667	664	678	678	664	658	675
32	657	675	662	675	678	664	677	660	661	658	665	668
33	676	666	665	668	671	654	661	671	656	670	676	672
34	666	672	671	668	669	662	662	669	655	655	664	674
35	657	678	659	663	667	677	662	656	654	657	661	666
36	658	676	666	668	676	660	655	674	676	655	670	658
37	657	657	669	678	667	667	657	676	657	670	660	671
38	672	674	662	664	673	678	677	660	670	673	665	666
39	678	659	655	670	670	677	667	664	655	674	664	669
40	664	673	672	673	656	673	657	664	658	673	664	667

Anexo 7: Bobinas muestreadas de diciembre

N°SUB	Muestra											
	GRUPO	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
1	671	675	654	668	677	676	657	676	656	667	679	670
2	670	666	665	655	664	678	661	682	674	684	682	674
3	670	674	684	678	661	663	681	678	661	671	666	671
4	663	673	661	657	682	672	666	656	678	681	666	656
5	658	671	683	682	677	658	683	655	673	683	663	655
6	656	662	678	681	667	657	655	677	656	665	667	674
7	676	665	667	668	674	673	657	676	663	678	669	672
8	672	679	684	654	664	674	673	662	665	676	657	684
9	679	669	657	668	676	654	675	677	663	664	657	680
10	657	656	671	670	671	655	683	682	673	674	681	661
11	677	681	670	674	674	683	684	660	684	657	656	681
12	674	661	674	672	680	665	675	672	660	670	668	667
13	664	669	675	679	681	676	662	667	661	674	669	683
14	666	679	658	654	661	666	684	670	670	662	654	656
15	657	665	676	671	660	659	660	663	663	681	668	681

Guía para realizar el número de observaciones – General Electric

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 – a mas	3

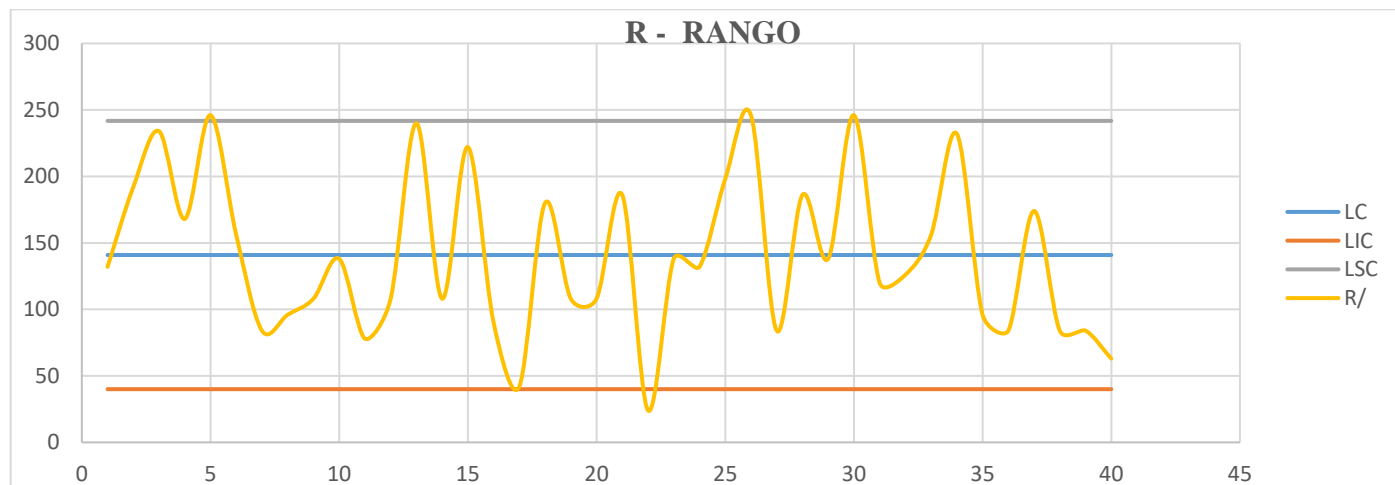
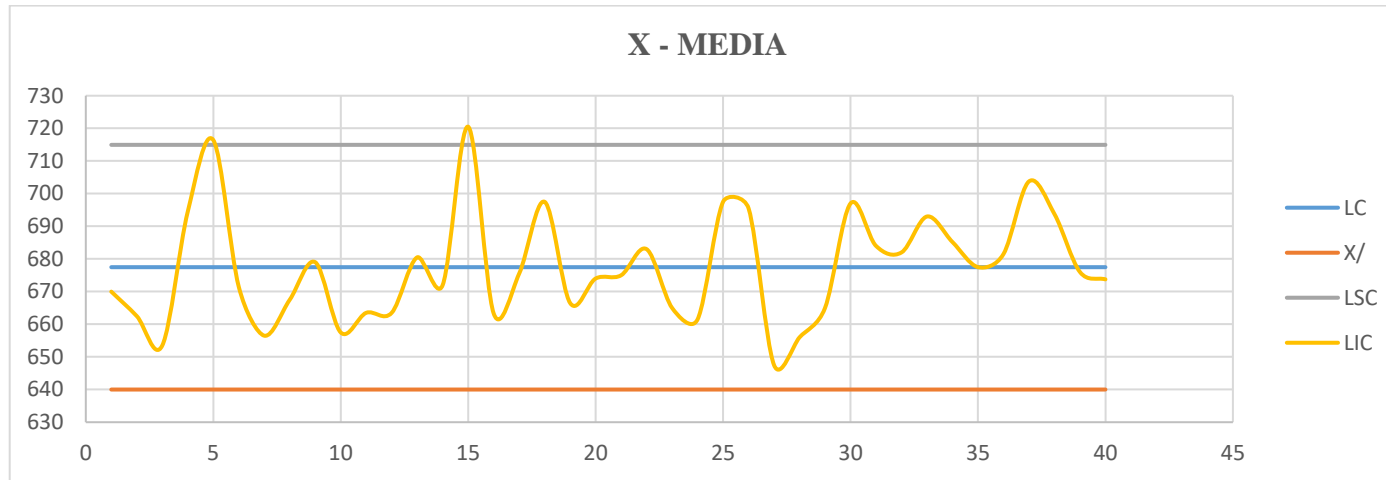
Anexo 8: Estudio de tiempos para la fabricación del saco blanco tejido

Operaciones	Tiempo Observado (ciclos)			Promedio
	1	2	3	
Recepción de la materia prima	2.7	2.4	1.59	2.23
Mezclado	3	3.2	3.4	3.20
Extrusión	70	75	72	72.33
Bajada de Bobinas para el muestreo	1.2	1.19	1.19	1.19
Muestreo del denier	10	8	8.5	8.83
Bajada de Bobinas	13	12	15	13.33
Pesado de Bobinas	5	5.2	5.8	5.33
Tejido	60	58	58	58.67
Corte de Tela	1.8	1.4	1	1.4
Revisión del peso de la teja en el rollo	5	6	6.2	5.73
Bajada del rollo	3.2	3.5	3	3.23
Pesado del rollo	4.5	4.2	4.3	4.33
Conversión y revisión del saco	15.2	15	15.4	15.20
Pesado y verificación	3.1	3.5	3.2	3.27
Selección y conteo de sacos	28.5	28	29	28.50
Enfardado	4.15	4	4.3	4.15
TOTAL				230.94

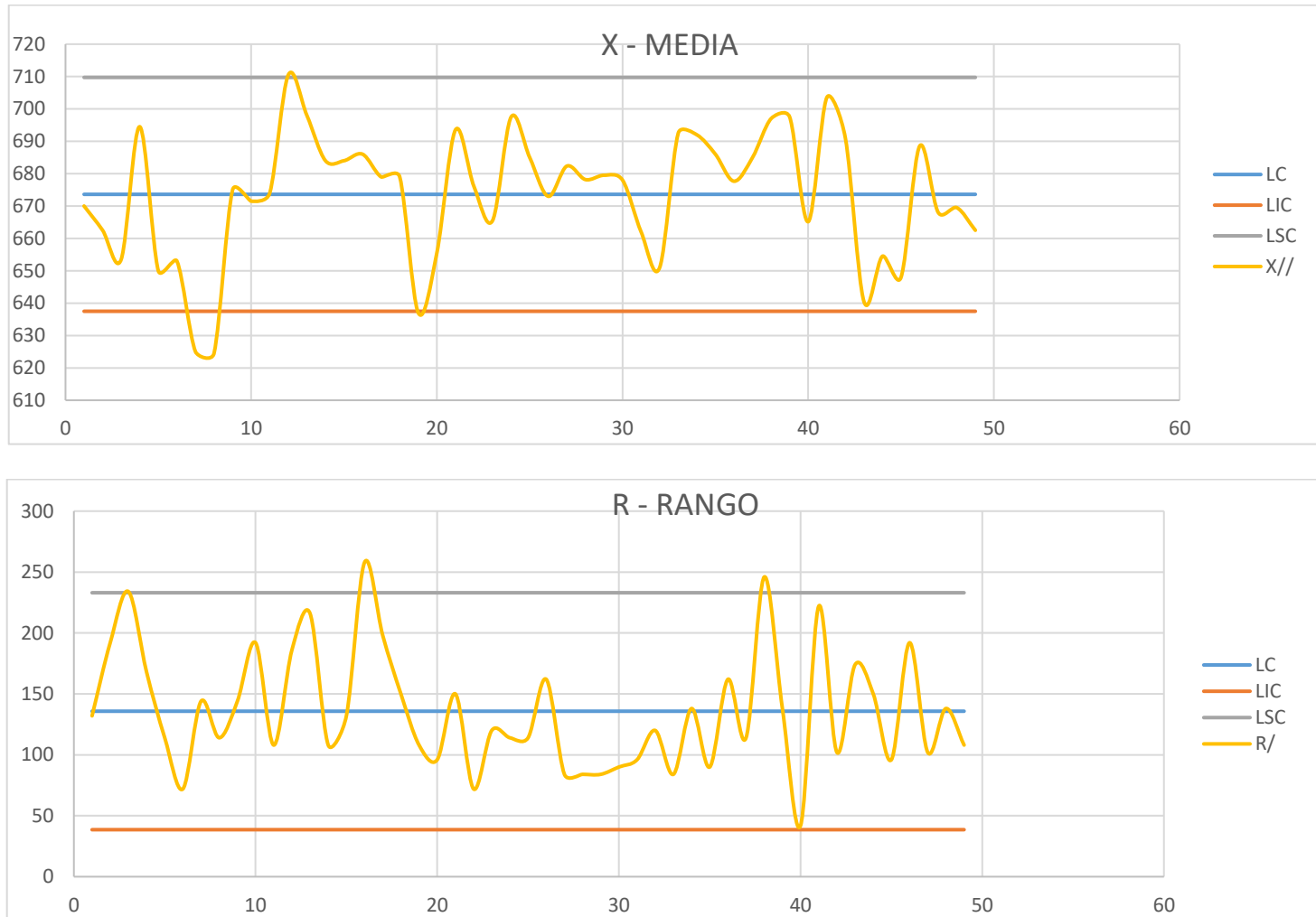
Anexo 9: Estudio de tiempos para la fabricación del saco negro tejido

Operaciones	Tiempo Observado (ciclos)			Promedio
	1	2	3	
Recepción de la materia prima	2.5	2.3	2	2.27
Mezclado	3	3.5	3.4	3.30
Extrusión	72	75	70	72.33
Bajada de Bobinas para el muestro	1.2	1	1.2	1.13
Muestro del Denier	8.3	8.7	9.8	8.93
Bajada de Bobinas	12	13	12.5	12.50
Pesado de Bobinas	5.5	6	5.3	5.60
Tejido	60	59	60	59.67
Corte de Tela	1.4	1.9	1.8	1.70
Revisión del peso de la teja en el rollo	6	6.5	5.8	6.10
Bajada del rollo	3.5	3.8	3.8	3.70
Pesado del rollo	3.9	4.2	4	4.03
Conversión y revisión del saco	23.4	23.8	23.1	23.43
Pesado y verificación	3.2	3.4	2.9	3.17
Selección y conteo de sacos	22.5	22	23.1	22.53
Bastillado	6.1	5.9	4.45	5.48
Enfardado	4.02	4.3	4.7	4.34
				280,31

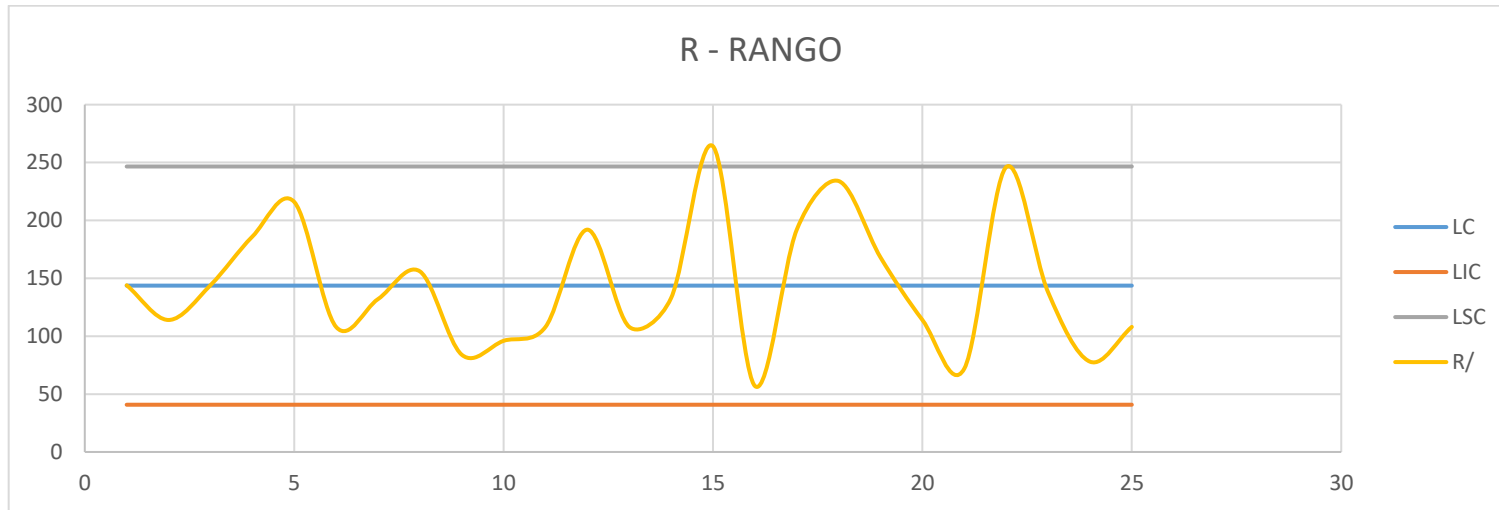
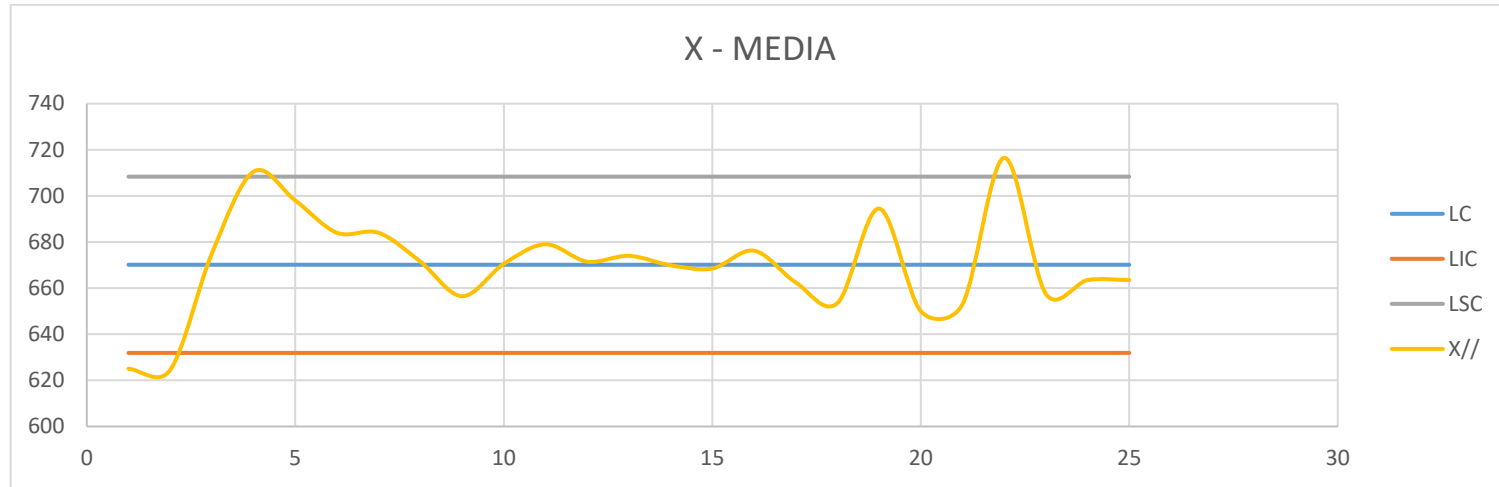
Anexo 10: Grafico de la media y rango del mes de marzo y abril



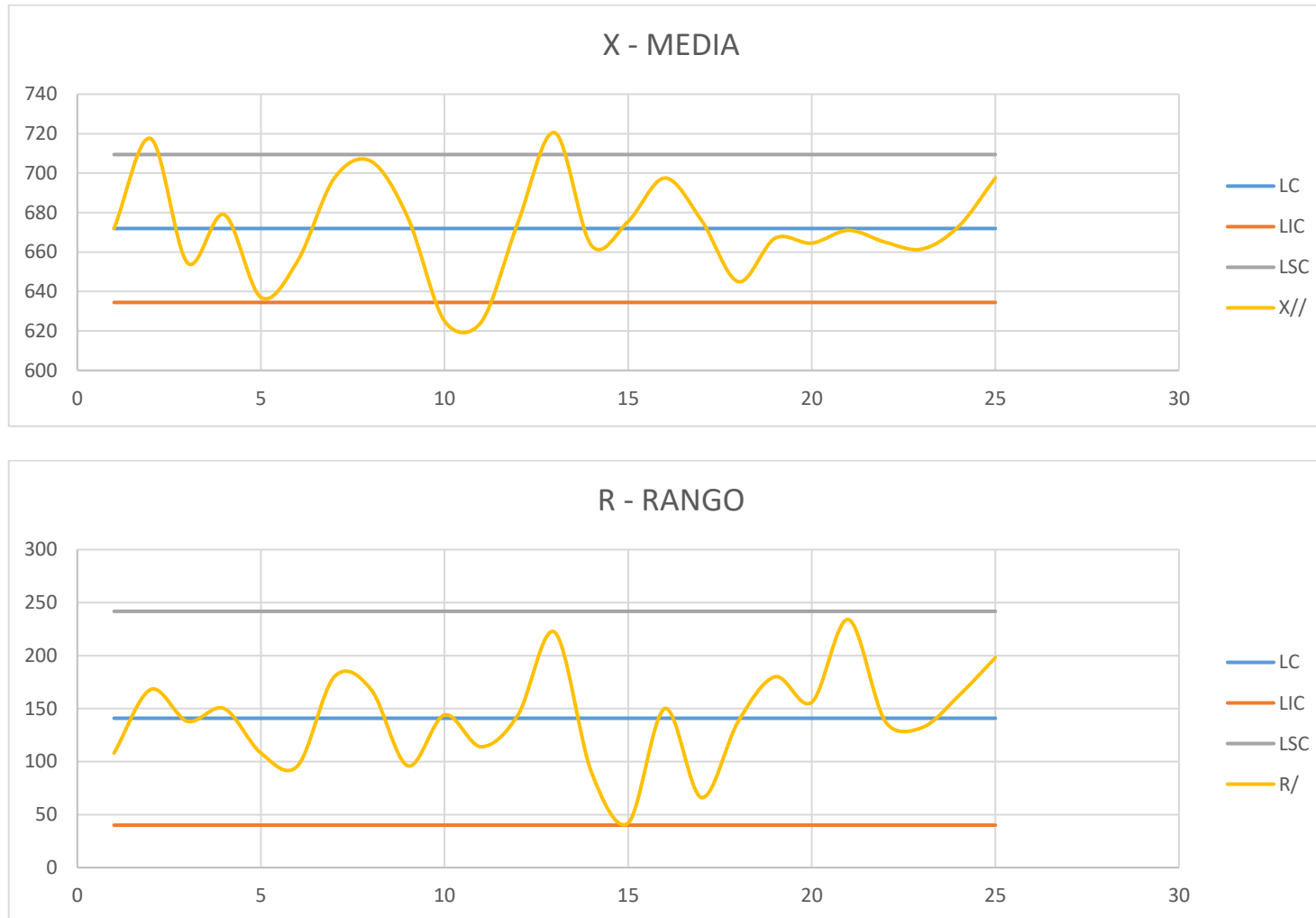
Anexo 11: Grafico de la media y rango del mes de mayo y junio



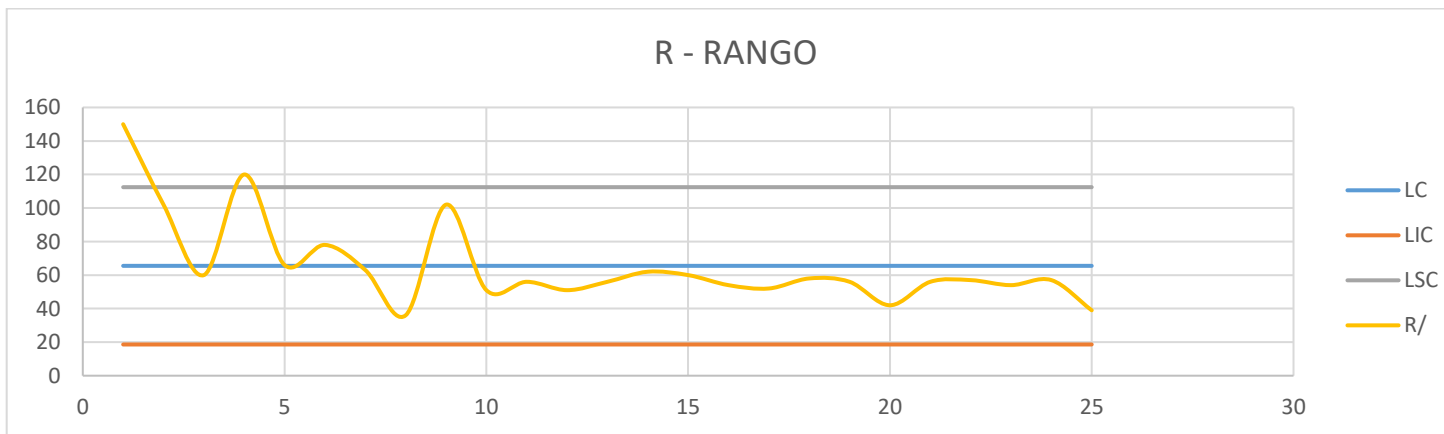
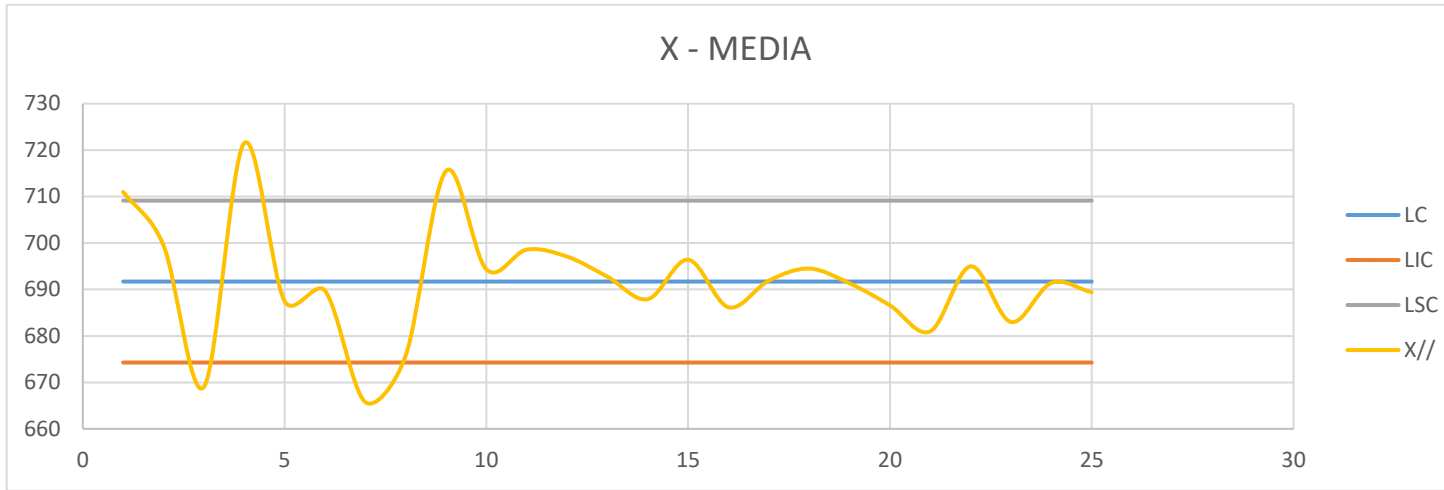
Anexo 12: Grafico de la media y rango del mes de julio



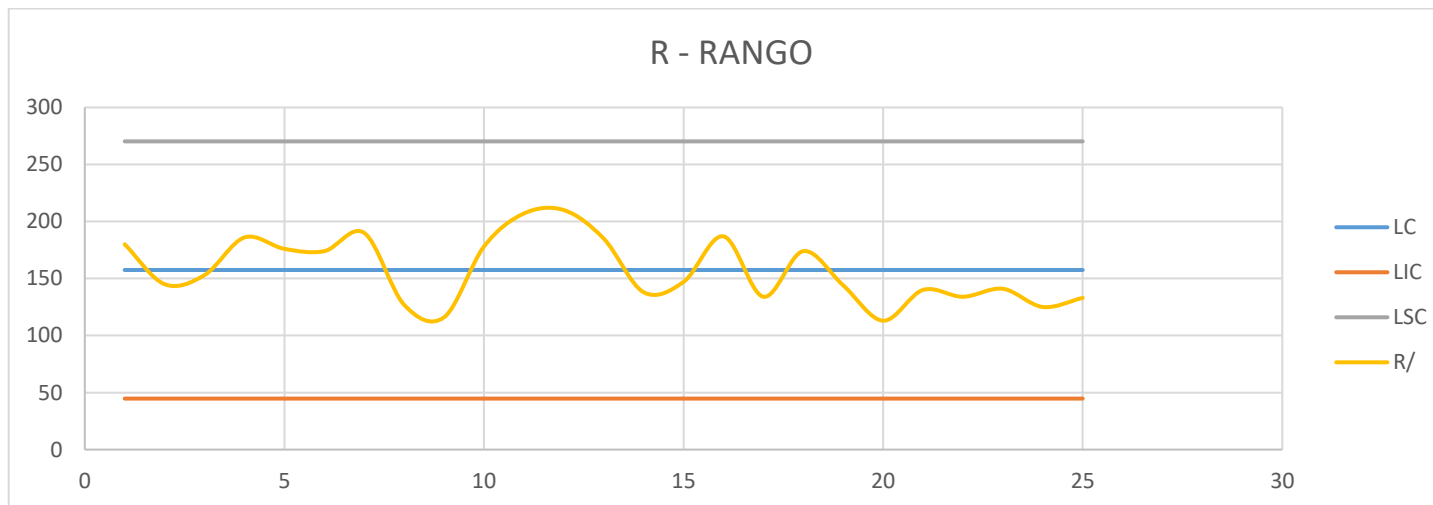
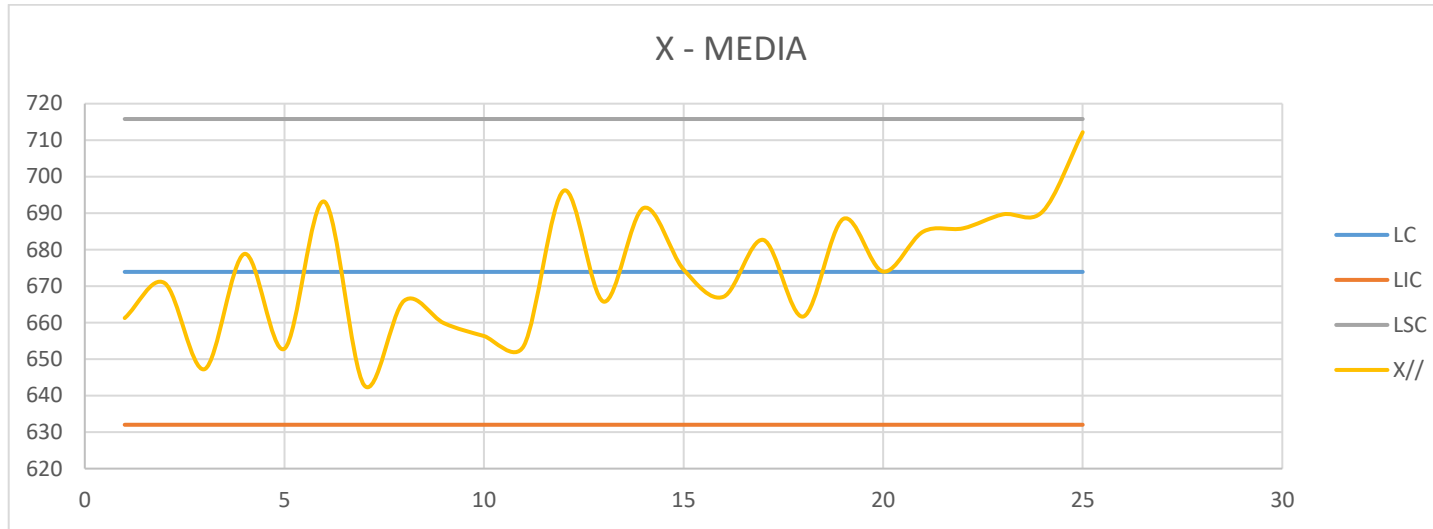
Anexo 13: Grafico de la media y rango del mes de agosto



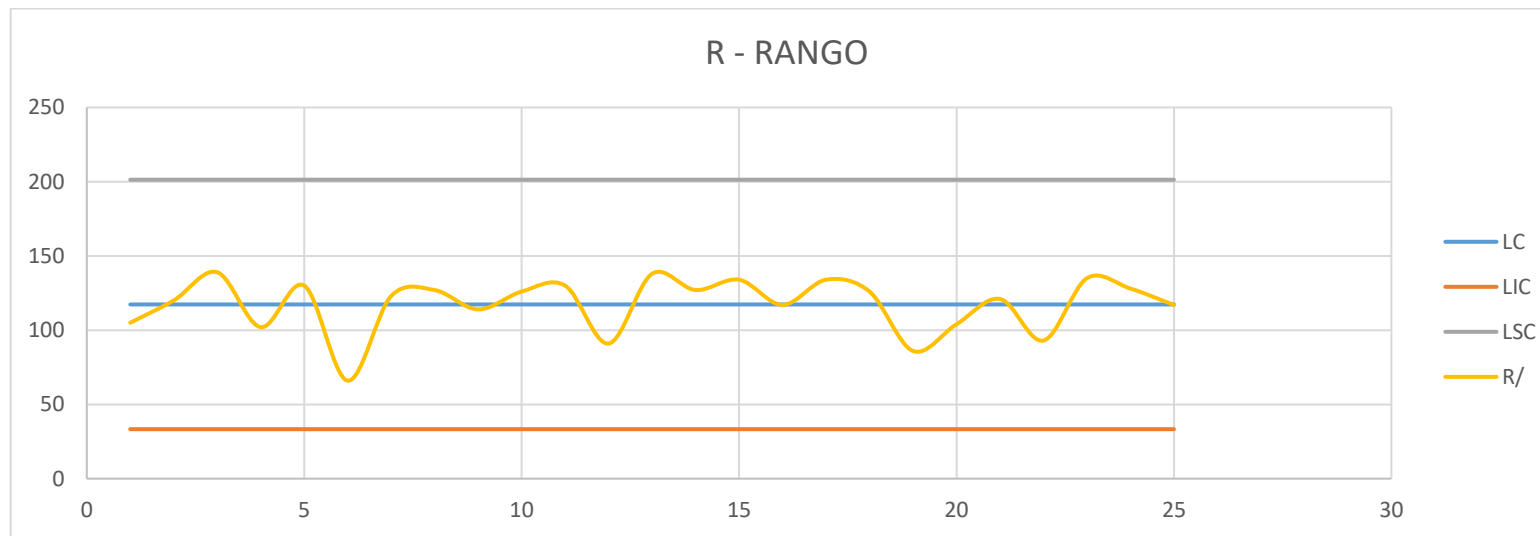
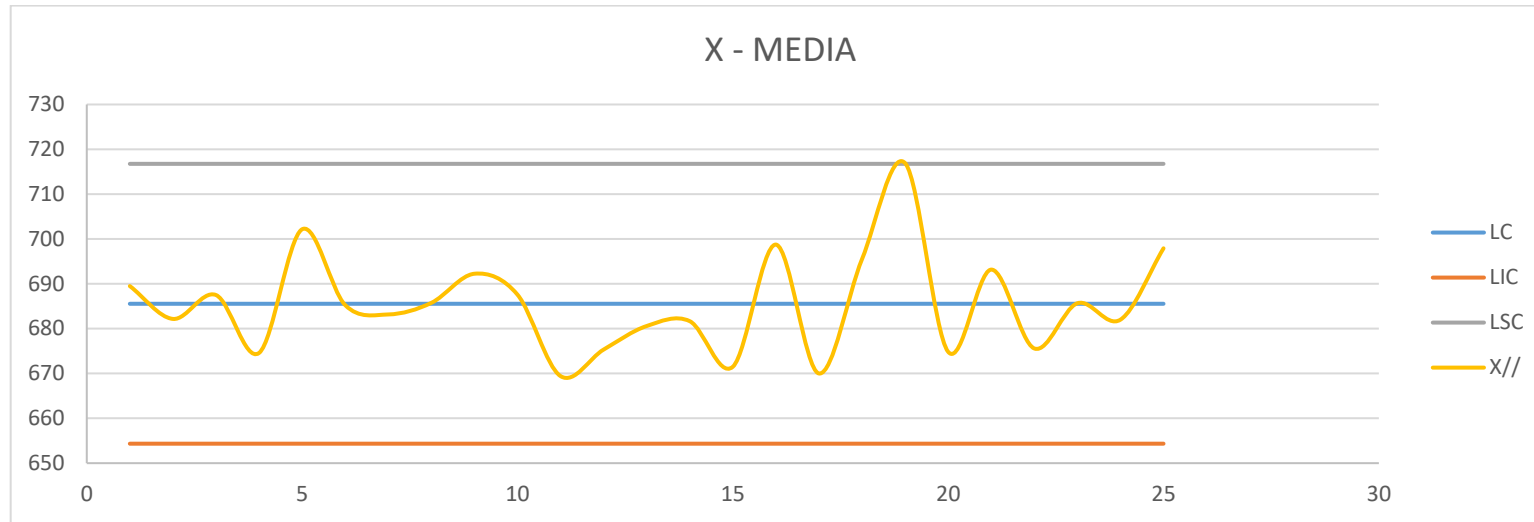
Anexo 14: Grafico de la media y rango del mes de septiembre



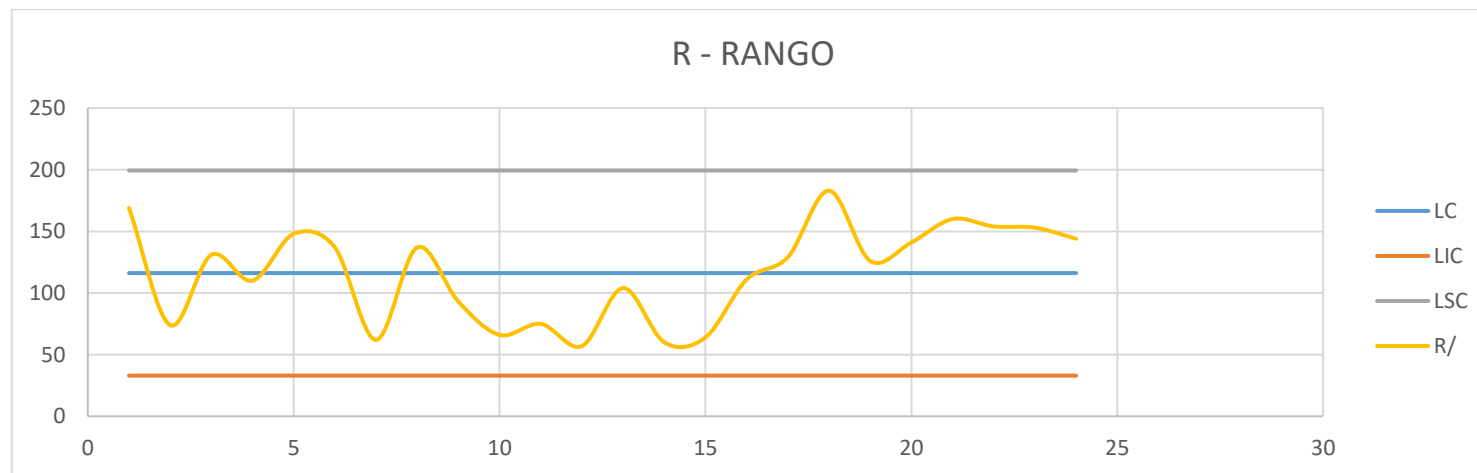
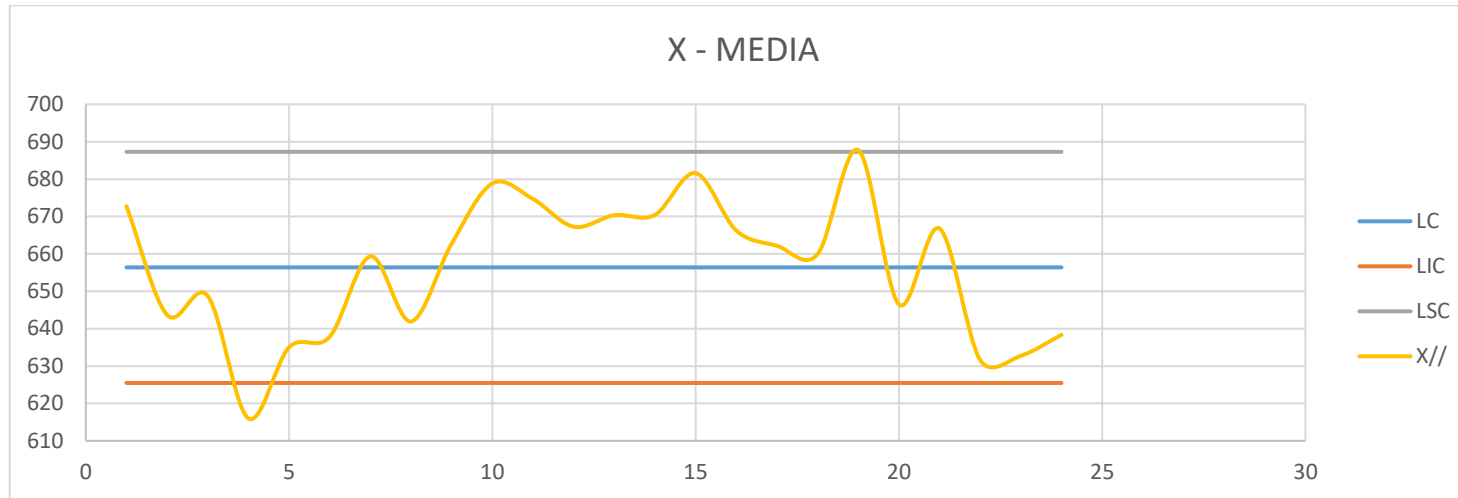
Anexo 15: Grafico de la media y rango del mes de octubre



Anexo 16: Grafico de la media y rango del mes de noviembre



Anexo 17: Grafico de la media y rango del mes de diciembre



Anexo 18: Evaluación de tacómetros



Nombre	DT- 2234 C+	Tacómetro digital Portátil Contacto Motor	2 En 1 Tacómetro Digital, Con Contacto	SMARTSENSOR AR925
Rango de medición	2.5 - 99,999 rpm 0,1 RPM (2,5 - 999,9 rpm)	0,5 - 19999 rpm	2,5 - 99,999 rpm 0,1 rpm (0,5 - 19,999 rpm)	0,5 - 19999 rpm
Resolución	- 1 rpm (más de 1000 rpm)	0,1 rpm (0,5 - 999.9 rpm) - 1rpm (más de 19999)	rpm) - 1 rpm (más de 19999)	0,1rpm(2.5- 999.9 rpm)- 1 rpm(más de19999 rpm)
Precisión	+/- (0,05 % + 1 dígito)	+/- 0,05% + 1 dgt	+/- 0,05% + 1 dgt	+/- (0,05%. 1 dgt)
Tiempo de muestro	-	0,8 s (60 rpm o superior)	0,9s (60 rpm o superior)	0,8 s (sobre 60 rpm)
Distancia	50 a 500 mm / 2 a 20 pulg	-	50 - 50 mm	-
Peso	187,5 g	116g	158g	132g
Batería	2 x 1.5 AAA	2 x 1.5 AAA	2 x 1.5 AAA	3 x 1,5 V AAA
Tamaño	147 x 91 x 50 mm	158 x 55 x 32 mm	160 x 58 x 34 mm	155 x 55 x 35 mm
Precio	S/96	S/87	S/230	S/84.01
Memoria	Ultimo valor - Max y min valor	Valores MAX , MIN Y LAST	Valores MAX , MIN Y LAST	Valores MAX , MIN Y LAST

Matriz de Factores Ponderados

Factores	Rango de medición	Precisión	Tiempo de muestreo	Precio	Total	Ponderación
Rango de medición		1	0	0	1	17%
Precisión	0		1	0	1	17%
Tiempo de muestreo	1	0		0	1	17%
Precio	1	1	1		3	50%
TOTAL					6	100%

Escala de Importancia

Valor	Calificación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente

Matriz de Enfrentamiento de los tacómetros

Factores	Ponderación	DT- 2234 C+		Tacómetro digital Portátil Contacto Motor		2 En 1 Tacómetro Digital, Con Contacto		SMARTSENSOR AR925	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Rango de medición	17%	2	0,33	4	0,67	2	0,33	4	0,67
Precisión	17%	3	0,50	4	0,67	4	0,67	4	0,67
Tiempo de muestreo	17%	2	0,33	3	0,5	2	0,33	3	0,5
Precio	50%	1	0,5	3	1,5	1	0,5	4	2

TOTAL

1,7

3,3

1,8

3,8

Anexo 19: Evaluación de Vernier



Nombre	Vernier Digital Lcd Regla fibra de Carbono	Vernier Digital Mitutoyo 150 mm	Vernier Resistente Metálico	Vernier Digital 100 mm. Acero inoxidable
Rango de medición	0 - 50 mm / 0 - 6 pulg	0 - 150 mm/ 0 - 6 pulg	0 - 150 mm / 0,6 pulg	0 - 100 mm /0,4 pulg
Escala mínima de lectura	0,1 mm / 0,01 pulg	0,01 mm/ 0,0005 pulg	0,1 / 0,01 pulg	0,01 mm/ 0,0005 pulg
Velocidad de medición Max	1,5 m/s	1,5 m/s	1,5 m/ s	1,5 m/s
Batería	LRR44/AG13/SR44 - 1.5V	SR 44 - 3.5 años (duración típica)	LR44& SR44 1.5 V o CR2032 3V	SR44 1.5 (incluido)
T° de Funcionamiento	0 - 40 °C	5 - 40 °C	0 - 40 °C	5 - 40 °C
Material	Fibra de Carbono	Acero inoxidable	Metálico	Acero inoxidable
Tamaño del producto	237 x 76 x 15 mm	236 x 77 x 14 mm	235 x 77 x 15 mm	170 x 60 mm
Precio	S/43	S/290	S/79	S/68

Matriz de factores ponderados

Factores	Rango de medición	Escala Mínima	Material	Precio	Total	Ponderación
Rango de medición		0	1	0	1	14%
Escala Mínima	1		1	0	2	29%
Material	1	0		0	1	14%
Precio	1	1	1		3	43%
TOTAL					7	100%

Escala de Importancia

Valor	Calificación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente

Matriz de enfrentamiento de Vernier

Factores	Ponderación	Vernier Calibrado Digital Lcd - Fibra de Carbono		Vernier Digital Mitutoyo 150 mm		Vernier resistente metálico		Vernier Digital 100 mm - Acero inoxidable	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Rango de medición	14%	3	0,43	3	0,43	3	0,43	2	0,29
Escala Mínima	29%	2	0,57	4	1,14	2	0,57	4	1,14
Material	14%	2	0,29	4	0,57	3	0,43	4	0,57
Precio	43%	3	1,29	2	0,86	3	1,29	4	1,71

TOTAL

2,6

3,0

2,7

3,7

Anexo 20: Evaluación de micrómetro



Nombre:	Micrómetro Digital 0 - 25 mm	Modelo 132 -01 - 830	Medidor de Espesor Digital Modelo 4000	Reloj comparador
Rango de medición	0 - 25 mm	0- 25 mm	0 - 12 mm	0 - 12.7 mm
Resolución	0,001 mm	0,001 mm	0,001 mm	0,001 mm
Precisión:	+/- 0,03 mm	+/- 0,003 mm	+/- 0,002 mm	+/- 0,003 mm
Arco	20 mm	25 mm	62 mm	48 mm
Batería	3V - CR2032	SR44	CR2032 , SR44	CR2032 , SR44
Consumo de energía	<= 20 uA	<35 uA	-	-
Precio	S/400	S/520	s/880	s/360

Matriz de factores ponderados

Factores	Rango de medición	Resolución	Manipulación	Precio	Total	Ponderación
Rango de medición		0	1	0	1	17%
Resolución	1		0	0	1	17%
Manipulación	0	1		0	1	17%
Precio	1	1	1		3	50%
TOTAL					6	100%

Escala de Importancia

Valor	Calificación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente

Matriz de enfrentamiento del micrómetro

Factores	Ponderación	Micrómetro Digital 0 - 25 mm		Modelo 132-01-830		Medidor de espesor digital modelo 4000		Reloj comparador con base para medir espesor	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Rango de medición	17%	3	0,50	3	0,50	1	0,17	1	0,17
Resolución	17%	4	0,67	4	0,67	4	0,67	4	0,67
Manipulación	17%	3	0,50	3	0,50	2	0,33	2	0,33
Precio	50%	4	2,0	2	1,0	1	0,50	4	2,0

TOTAL

3,7

2,7

1,7

3,2

Anexo 21: Evaluación de balanza analítica



Nombre	Balanza Electrónica Analítica 2000 / 0,01 g	Balanza Dakota - Analítica 300 x 0,01 g	Balanza Analítica- Precisión 600 / 0,01 g	Balanza electrónica Gramera Analítica
Energía	220V	220 V	220 V	220 V
Capacidad	300 g	300 g	600 g	300 g
Precisión	0,01g	0,01 g	0,01g	0,001g
Dimensiones	23 x 19 cm	18 x 19.5 x 26 cm	23 x 19 cm	23 x 19 cm
Plataforma diámetro	13 cm	15 x 17 cm	13 cm	13 cm
Peso	1,60 kg	1,9 kg	1,40 kg	1,60 kg
Precio	S/549	S/790	S/329	S/749

Matriz de factores ponderados

Factores	Capacidad	Plataforma (material)	Precisión	Precio	Total	Ponderación
Capacidad		1	0	0	1	14%
Plataforma (material)	1		0	0	1	14%
Precisión	1	1		0	2	29%
Precio	1	1	1		3	43%
TOTAL					7	100%

Escala de Importancia

Valor	Calificación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente

Matriz de enfrentamiento de la balanza digital

Factores	Ponderación	Balanza Electrónica Analítica 2000/0,01g		Balanza Dakota Analítica 300/0,01		Balanza Electrónica Gramera - 600/0,01		Balanza electrónica - Gramera Analítica	
		Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación
Capacidad	14%	2	0,29	2	0,29	4	0,57	2	0,29
Plataforma (material)	14%	3	0,43	3	0,43	3	0,43	3	0,43
Precisión	29%	4	1,14	4	1,14	4	1,14	4	1,14
Precio	43%	3	1,29	2	0,86	4	1,71	4	1,71
TOTAL			3,1		2,7		3,9		3,6